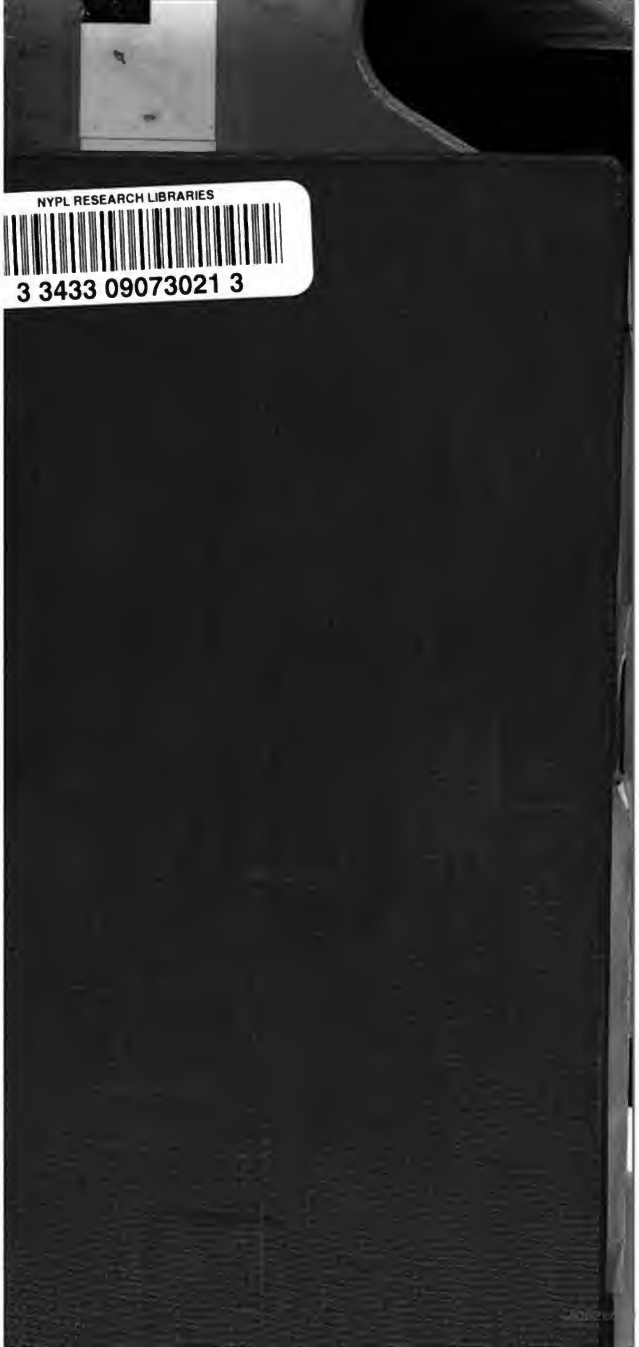
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09073021 3

Digitized by Google

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09073021 3

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09073021 3

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09073021 3


NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09073021 3
Digitized by Google

VOG

~~673~~ 6

Digitized by Google

Digitized by Google

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Digitized by Google

A113

Neuer

Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.

Hundert und dreizehnter Band.

Handbuch der Pulverfabrication.

Weimar, 1847.

Verlag, Druck und Lithographie von B. F. Voigt.

Digitized by Google

Handbuch

der

Pulverfabrikation

sowie

der Schießbaumwolle- und Schieß-heede-Bereitung.

Nach

den besten in- und ausländischen Hülfsmitteln
unter Beistand eines Artillerie-Officiers
ausgearbeitet

von

einem deutschen Techniker.

Zweite, sehr vermehrte Auflage.

Mit 7 lithographirten Folio-Tafeln.

Weimar, 1847.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

ASTOR LIBRARY

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Erster Abschnitt.

Die Materialien zum Schießpulver . . 1
1) Der Salpeter 2
2) Die Kohle 59
3) Der Schwefel 82

Zweiter Abschnitt.

Das Schießpulver 89
1) Geschichte des Schießpulvers . . . 93
2) Bereitung desselben 98
a) Der chemische Theil der Pulverfabrication . 99
Das Mischungsverhältniß des Pulvers . . —
b) Der mechanische Theil der Pulverfabrication . 119
Das Kleinen der Substanzen 119
Das Mengen und Zusammendrücken . . 123
Das Körnen 139
Das Poliren 149
Das Trocknen 151
Productions-Verhältnisse 158
Rückstand des Pulvers 159
Allgemeine Betrachtungen über die mechanische Bereitung des Pulvers 168
Das Probiren der Schießpulvers 175

*

Digitized by Google

Seite

Das Aufbewahren desselben 197
Benutzung des verdorbenen Pulvers 204
Entzündung des Pulvers 205

Ergänzungen zum ersten und zweiten Abschnitt.

Vorbereitung und Verkohlung des Holzes zur Pulverfabrication 209
Ofenverkohlung 210
Dosirung des Pulvers 221
Analyse desselben 237

Dritter Abschnitt.

Die Bereitung der Schießbaumwolle und Schießheede 264
Geschichtliches . . . . . —
Allgemeines 268
Die Materialien 270
Die Rohfaser 271
Die Säuremischung 272
Die Verwandlung der Rohfaser in Schießfaser . . 276
Das Entsäuern der Schießfaser 278
„ Auflockern und Trocknen der Schießfaser . . 282
Beurtheilung des Präparats 284
Die Aufbewahr. d. Schießfaser u. ihre Beständigkeit 285
Die Leistung und Anwendung der Schießfaser, als Explosionsmittel im Schießgewehre 288
Unterscheidungs-Merkmale 292
Explosives Papier 293
Fabrication der Zündhütchen 294
Färbung der Schießbaumwolle . . . . . —

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Die Materialien zum Schießpulver. *)

Die Feuerwerker der alten Zeit bedienten sich zur Zusammensetzung ihres Schießpulvers und ihrer verschiedenen Sätze sehr mannichfacher Substanzen. Diese waren willkührlich, oft aus mystischen Gründen, oft aus falschen Ansichten über die Wirksamkeit der Körper, oft bloß ihrer Farbe oder ihres Geruches wegen, gewählt, und Versuche, inwiefern sie dem Zwecke ihrer Anwendung entsprachen, scheinen niemals angestellt worden zu seyn. Das eigentliche Grundelement aller dieser in der Feuerwerkerei vorkommenden Gemenge, die Verbindung, welche wir Schießpulver nennen, entspricht den Leistungen, die man von jenen Gemengen erwartet, in so hohem

*) Es wurde bei Bearbeitung des vorliegenden Bandes hauptsächlich benutzt: Dr. M. Meyer (weiland Königl. Preuß. Hauptmann), Vorträge über Kriegs-Feuerwerkerei. Berlin, 1833; und Timmerhans, Essai d'un Traité élémentaire d'Artillerie. Poudre à Canon. Liège, 1839.

Digitized by Google

Grade, daß es selbst durch schädliche Beimengungen nur schwer ganz wirkungslos gemacht werden kann, und da man ein Maaß dieser Leistungen erst in der neuesten Zeit suchte, so konnte man auch spät erst bemerken, daß der größte Theil der Beimengungen den geforderten Wirkungen entgegenstrebe, oder ihnen doch nur in geringem Grade entspreche. Die Spielereien, wie die Geheimnißkrämerei der Vorzeit sie liebte, gab man später auf, und so wurde denn die Zahl der vom Feuerwerker benutzten Substanzen immer kleiner. Aber es scheint, als sey man mit dieser Vereinfachung noch nicht zu Ende, und als müsse eine mehr von der Wissenschaft durchleuchtete Feuerwerkerei immer mehr auf das reine Schießpulver in seiner theoretischen Form zurückkommen und die meisten jetzt noch üblichen Beimengungen als unvortheilhaft verwerfen.

Von der Reinheit der Materialien hängt die Wirkung des Feuergewehrs ab; zwei von ihnen, der Salpeter und die Kohle, sind der Sorgfalt des Artilleristen besonders anvertraut; wir glauben daher, über diese ausführlicher sprechen zu müssen.

1) Salpeter.

Der Salpeter ist ein wahrhaft wunderbares Salz und würde diesen Beinamen gewiß mit größerem Rechte verdienen, als Glauber's Sal mirabile. Er ist fast die einzige unorganische Verbindung, welche wir täglich neu entstehen sehen; er verschwindet wieder, ohne daß wir eine Ahnung haben, welche Anwendung die Natur von dieser in ungeheuren Mengen sich jährlich erzeugenden Substanz macht; er läßt sich ruhig schmelzen und zerlegt sich eben so geräuschlos, wenn man ihn von jedem fremden Stoffe gesondert erhitzt; dagegen lodert er in unzubändigender Wildheit auf, wenn dabei irgend

Digitized by Google

ein entzündlicher Körper sich ihm naht. Die unveränderlichsten Metalle verwandelt er; die am festesten verbundenen zerlegt er, und fast nichts widersteht seiner Gewalt. Auffallend ist es darum, daß die Alchymisten, welche sonst die wunderbaren Seiten der Stoffe wohl zu erkennen und zu Nutz und Trug anzuwenden verstanden, dem Salpeter wenig Aufmerksamkeit schenkten, so daß er erst seit Roger (1220) zu Ehren kam, der nächst dem weniger bekannten Marcus Graecus zuerst unter den Alchymisten die Eigenschaft desselben, mit Schwefel und Kohle eine Detonation zu geben, bestimmter aussprach. Von da an wurde er sorgsamer beachtet, und kaum war das Schießpulver in Gebrauch gekommen, so wurden die Steine und Mauern, welche ihn boten, mit Sorgfalt benutzt. Man laugte in Schweden deshalb sogar die Erde der Kirchhöfe aus. Schon 1439 machte der Erzbischof Günther von Magdeburg den Mauersalpeter zum Regal, was er auch in einigen Ländern bis auf die neueste Zeit geblieben ist. Wahrscheinlich wurde der Salpeter zuerst in Indien, wo er sich in so großen Mengen von selbst darbietet, näher beobachtet, und dort ist auch wohl der eigentliche Ursprung des griechischen Feuers und des damit nahe verwandten Schießpulvers zu suchen.

Für den Krieg, dessen eigentliches Hauptagens der Salpeter geworden, ist er mit unersetzbaren Eigenschaften begabt, und wenn man sich dafür eine Substanz erfinden sollte, so würde man ihr kaum vortheilhaftere geben können. Er erzeugt, vermöge seiner leichten Zersetzbarkeit, wenn er mit entzündlichen Körpern erhitzt wird, eine Treibkraft, mit der wir unsern Feind, so weit das Auge reicht, vernichten können; dabei ist aber diese Zersetzbarkeit doch nicht so groß, daß bei seiner Bearbeitung eine nicht zu

Digitized by Google

vermeidende Gefahr einträte. Der Salpeter selbst beschädigt, wie wir ihn brauchen, die Metalle nicht, auf die wir aus andern Rücksichten beschränkt sind; er ist luftbeständig, er kann in jedem Lande in hinreichend großer Menge gewonnen und wieder erzeugt werden, er ist ziemlich leicht rein darzustellen, unschädlich für die Gesundheit bei der Bearbeitung u. s. w. Nur Eins bliebe zu wünschen übrig, daß er nämlich sein Kali nicht besäße, oder daß wir wenigstens ein anderes salpetersaures Salz, wie, z. B., das salpetersaure Natrum, brauchen könnten, das weniger Basis enthält. — Der Salpeter hat bekanntlich in 100 Theilen 53,27 Säure, die wieder aus 39,40 Sauerstoff und 13,87 Stickstoff bestehen. Nur diese sind (besonders das erstere, zu dem das Kali noch 7,88 Procent giebt, indem es mit der Kohle gasförmige, durch Hitze sich ausdehnende Verbindungen bildet) das wirksame Princip des Salpeters im Schießpulver. Die 36,85 Procent reines Kalium helfen aber nicht allein nicht die Gase vermehren, sondern sie nehmen durch Zwischenverbindungen noch einen guten Theil von den erzeugten auf, verringern daher die Wirkung und verschleimen dabei die Waffen.

Der reine Salpeter hat ein specifisches Gewicht von 2,1; crystallisirt, wenn er in großen Gefäßen anschießt, in sechsseitigen Säulen mit 4 schmalen und 2 breiten Flächen, auf welchen letztern eine zweiflächige Zuschärfung aufgesetzt ist. Diese Crystalle haben ein streifiges Ansehen, und mit bewaffnetem Auge betrachtet, zeigen sie Längenrisse, welche Mutterlauge zurückhalten. — Diese Mutterlauge ist die Ursache, daß scheinbar ganz trockene Crystalle bei'm Zerreiben Feuchtigkeit zeigen und klebrig werden. Bei'm Crystallisiren in kleineren Mengen bildet der Salpeter spießige prismatische Crystalle.

Digitized by Google

Diese enthalten den reinsten Salpeter, und es ist daher nicht zu begreifen, wie man heute noch immer empfehlen kann, große Crystalle darzustellen. Man glaubte früher, die Crystallisationskraft trete bei großen Crystallen so entschieden hervor, daß sie fremde Substanzen auszustoßen vermöge; allein dies ist längst widerlegt, und wie man es auch machen möge, bei großen Crystallen bleibt der Salpeter immer unrein, wenn auch nur mit Wasser gemengt. — Der Salpeter hat nicht, wie man früher glaubte, Crystall- oder auch nur Decrepitations-Wasser; was man dafür ansah, ist jene zufällig eingeschlossene Mutterlauge, die bei gehöriger Behandlung sich nicht mit einmengt. Deshalb sind auch alle Berechnungen der Pulverkraft, worin sich Wasserdampf mit aufgeführt findet, unrichtig. Der Salpeter ist luftbeständig und wird, wenn er rein ist, nur in sehr mit Feuchtigkeit überladener Luft feucht, aber wenn er Kochsalz enthält, wird er es viel leichter, da sich, wie unten näher erörtert werden soll, dann das ziemlich hygroscopische salpetersaure Natrum bildet; er schmilzt bei 280° R. zu einer weißen festen Masse, ohne sich zu zersetzen, wenn man dabei das Hineinfallen brennbarer Substanzen verhütet. Bei etwa 380° zersetzt er sich aber von selbst und entwickelt ganz ruhig Sauerstoff, Stickstoff und etwas Stickstofforyd; es bl ibt anfangs salpetersaures und Stickstofforydkali zurück, bei längerem Glühen aber reines Kali.

Es ist für manche artilleristische Zwecke wichtig, das specifische Gewicht der Salpeterlösungen (in kaltem Wasser) zu kennen; Herr M. Meyer hat deshalb Wasser von 12,5° R. mit verschiedenen Salpetermengen verbunden und die specifischen Gewichte beinahe so steigend gefunden, daß jeder Theil Salpeter, der zu 100 Theilen Wasser hinzukommt, das specifische Gewicht der Lösung um 0,0077 vergrößert.

Digitized by Google

Die Beobachtung geschah mit einem Aräometer, das ein sehr genaues Ablesen nicht zuließ. Die Reihe der Beobachtungen ist folgende:

				beobachtet.	berechnet. 0,0077 Zunahme.
100	Th.	Wasser	0 Th. Salpeter	1,000	1,000
100	=	=	1 = =	1,006	1,007
100	=	=	2 = =	1,017	1,015
100	=	=	3 = =	1,022	1,023
100	=	=	4 = =	1,032	1,030
100	=	=	5 = =	1,040	1,038
100	=	=	6 = =	1,050	1,046
100	=	=	7 = =	1,056	1,053
100	=	=	8 = =	1,061	1,061
100	=	=	9 = =	1,071	1,069
100	=	=	10 = =	1,077	1,077
100	=	=	11 = =	1,086	1,084
100	=	=	12 = =	1,092	1,092
100	=	=	13 = =	1,100	1,100
100	=	=	14 = =	1,106	1,107
100	=	=	15 = =	1,113	1,115

Die Auflöslichkeit des Salpeters in Wasser wird verschieden angegeben. Wir müssen sie hier genauer betrachten und mit der des Chlorkaliums und Chlornatriums vergleichen, mit denen der Salpeter gewöhnlich zugleich vorkommt, weil er dieser Verschiedenheit wegen ziemlich leicht von ihnen zu reinigen ist. Sie wächst nämlich für ihn in höherem Maaße mit der Temperatur, als dies bei den letzteren Verbindungen statt hat. — Gay Lussac giebt sie an, wie folgt: bei

0°	R.	lösen	100	Th.	Wasser	auf	13,3	Th. Salpeter
18°	=	=	=	=	=	=	29,9	= =
35°	=	=	=	=	=	=	74,6	= =
97,6°	R.	=	=	=	=	=	236,0	= =

Nach einigen Versuchen, die man mit möglichster Sorgfalt anstellte, lösen sich bei

11,75°	. . . . .	18,4 Theile
17,5°	. . . . .	33,4 "
20,0°	. . . . .	36,19 "

was nicht ganz mit Gay Lussac stimmt.

Nach Riffault würden gesättigte Auflösungen enthalten: bei

8°	. . . . .	20,4 Theile
10°	. . . . .	23,4 "
10,6°	. . . . .	25,0 "
12°	. . . . .	26,5 "

Ueber die Auflöslichkeit des Salpeters in den höchsten Temperaturen des Wassers, und über den Kochpunct der gesättigten Auflösung haben wir die verschiedensten Angaben. Botté und Riffault behaupten, das Wasser löse bei seiner Siedhitze (80° R.) fünfmal so viel Salpeter auf, als es selbst wiege, also 100 Theile Wasser 500 Theile Salpeter; dies ist aber nicht gegründet; einmal siedet eine Salpeterauflösung nicht bei 80°, und ferner ist sie bei der höchsten Temperatur nicht bis zu dieser Sättigung zu bringen; nach Griffith ist der Siedepunct der gesättigten Salpeterauflösung 91,5° R., und 100 Theile Wasser nehmen dabei nur 284 Theile Salpeter auf; nach Ure ist der Siedepunct 92,4°, und 100 Theile Wasser nehmen 300 auf. Gay Lussac giebt den Siedepunct auf 97 an, und das Verhältniß vom Wasser und Salpeter, wie 100 : 236. Faraday hat als Siedepunct 92° gefunden. Meyer erhielt ihn bei wiederholten Versuchen zu 93,5°, und es gelang ihm bei aller Mühe nicht, mehr als 350 Theile Salpeter durch 100 Wasser aufzulösen, ja selbst diese Menge ist nur schwierig auflösbar, und man muß sich dabei des Kunstgriffs bedienen, das Wasser nur sehr langsam zu erwärmen, und sich be-

Digitized by Google

sonders vor einem zu frühen Kochen hüten, indem man immer, wenn die Temperatur schnell um einige Grade steigen will, Salpeter zuschüttet, so wie sie dann wieder stehen bleibt, bis dieser aufgelöst ist. Man kann auf diese Weise die Temperatur sehr lange festhalten. Setzt man dabei immer wieder Salpeter zu, sobald der vorige aufgelöst worden, so bildet sich schon bei + 60° R. eine Crystallisationshaut über der Auflösung, die an Dicke nun immer zunimmt, und bei 93° R. ist das Ganze kaum noch eine Flüssigkeit, sondern schon mehr breiähnlich. — Man behauptet, daß bei Auflösungen im Großen die Auflöslichkeit und der Kochpunct höher zu steigern sey, was wir aber bezweifeln. — Bei einem sehr heftigen Kochen der sehr gesättigten Auflösung werden Salpetertheile mechanisch mit fortgerissen, die sich als leichte Flocken im Schornstein über dem Kessel ansetzen; hält man Löschpapier über eine siedende gesättigte Auflösung, so wird es naß und brennt nach dem Trocknen, wie Salpeterpapier; doch ist dies kein Verfliegen des Salpeters zu nennen, als welches es in vielen ältern Lehrbüchern bezeichnet wird.

Diese große Verschiedenheit in der Auflösungskraft des heißen und kalten Wassers für Salpeter ist die Ursache der Erscheinung, daß, wenn ein Tropfen einer heißen Auflösung auf einen Körper, der nur die Lufttemperatur hat, fällt, er sogleich so viel Salpeter ausscheidet, daß er steif wird; es dient dies Mittel daher auch als Probe, ob eine heiße Auflösung, die anfangs zu viel Wasser hatte, nun so weit eingedampft ist, daß sie bei der Erkaltung zur gewöhnlichen Lufttemperatur viel Salpeter ausscheiden werde. Anders, als der Salpeter, verhalten sich in ihrer Auflöslichkeit die beiden ihn gemeiniglich begleitenden Salze, nämlich das Chlornatrium (Kochsalz) und

Digitized by Google

das Chlorkalium (Digestivsalz). Nach Gay Lussac lösen sich in 100 Wasser von ersterm bei

11,11° R.	. . . . .	35,87 Theile
13,5°	. . . . .	35,88 "
47,94°	. . . . .	37,14 "
87,79°	. . . . .	40,08 "

also im heißen Wasser nicht mehr, als im kalten. Nach Fuchs nimmt heißes und kaltes Wasser ganz gleichviel von reinem Kochsalz auf. Man hat bei 11° R. 36,59 Theile Kochsalz aufgelöst.

Das Chlornatrium ist auch nur um etwas stärker auflöslich in heißem, als in kaltem Wasser bei

0°	. . . . .	29,21 Theile
15,5°	. . . . .	34,33 "
42,0°	. . . . .	43,59 "
63,7°	. . . . .	51,0 "
87,7°	. . . . .	59,26 "

Bei einem Versuche bei 17° konnte Meyer nur 30,65 Theile Chlorkalium in 100 Wasser auflösen.

Wir müssen hier nun gleich auch die Veränderungen bemerken, die in der Auflöslichkeit entstehen, wenn zwei dieser Salze zugleich vorkommen. Kommt Kochsalz und Salpeter in Einer Auflösung vor, so löst das Wasser mehr Salpeter auf, als sonst, weil aus den zwei Salzen sich vier bilden, wobei auch das leicht lösliche salpetersaure Natrum ist. Eine gesättigte Salpeterauflösung, die über einen Kochsalz haltigen Salpeter gegossen wird, löst daher von Neuem Salpeter auf, und zwar etwa $\frac{1}{7}$ so viel, als sie Kochsalz enthält.

Das Chlorkalium verhält sich umgekehrt: eine gesättigte Salpeterauflösung nimmt auf 100 Theile Wasser und bei 7° R., nach Meyer's Versuchen, nur noch 1,73 Procent Chlorkalium auf, während reines Wasser bei dieser Temperatur 30,65 Theile auflöst. Dabei scheint das wenige Chlorkalium, das

die Salpeterauflösung noch aufnimmt, etwas Salpeter herauszufällen. Eine gesättigte Salpeterauflösung löst daher, wenn sie über einen Chlorkalium enthaltenden Salpeter gegossen wird, nur höchst wenig von ersterem auf und läßt den Salpeter mit viel Chlorkalium gemengt zurück.

Auf diesen Auflösungsverhältnissen beruhen im Allgemeinen die Reinigungen des Salpeters, so wie die Untersuchung des Rohsalpeters; allein noch sind die, erst in neueren Zeiten genauer erforschten Nüancen, nicht richtig benutzt worden, weshalb in den Proceduren manche Unrichtigkeiten vorkommen, auf die wir aufmerksam machen werden.

Im Allgemeinen sieht man, daß mit Kochsalz und Chlorkalium gemengter Salpeter sowohl dadurch gereinigt werden kann, daß man ihn mit kaltem Wasser begießt, was die Chlorverbindungen stark und den Salpeter nur wenig auflöst, — als auch durch heißes Wasser, das viel mehr Salpeter als Chlorverbindungen aufnimmt. Bei Reinigungen mit kaltem Wasser, wo also ein großer Theil Salpeter gar nicht aufgelöst wird, ist es Bedingung, daß dieser nicht in Crystallen, sondern in Pulverform behandelt werde, weil kaltes Wasser nicht in die Salpetercrystalle eindringt und daher die in diesen eingeschlossenen Chlorverbindungen nicht auflöst.

Der Salpeter wird in der Natur fortdauernd, und zwar in großer Menge, erzeugt. Doch geht diese Bildung immer nur höchst langsam vor sich. Es wäre eine der wichtigsten Erfindungen, diesen Proceß zu beschleunigen, was aber, so lange wie wir die Zersetzungen der thierischen und Pflanzenkörper noch so wenig kennen, als dies jetzt leider der Fall ist, kaum möglich seyn dürfte. In heißen Climaten bildet er sich auf freiem Felde und efflorescirt bei anhaltender Sonnenhitze so, daß er an der Oberfläche

Digitized by Google

sichtbar wird; dieser Salpeter heißt gediegener; in kälteren Climaten erzeugt er sich nur an bewohnten, geschützten Orten, Mauersalpeter, oder unter begünstigenden, künstlich herbeigeführten Umständen, künstlicher Salpeter, doch dann verhältnißmäßig zu den wärmeren Climaten immer so sparsam, und mitunter so unrein, daß der uns von Ostindien zugehende, trotz des Transports und der Zölle, wohlfeiler ist, als der bei uns gewonnene. Wir werden versuchen, zu zeigen, daß er vielleicht um etwas wohlfeiler darzustellen wäre.

Zur Bildung des Salpeters oder überhaupt salpetersaurer Salze gehört Sauerstoff, Stickstoff und irgend eine Basis, die sich leicht mit Salpetersäure verbindet. Als Basis können daher dienen: Kali, Natrum (höchst selten vorkommend), besonders häufig Kalk, Magnesia, selten Thonerde, niemals Kieselerde. Ohne das Vorhandenseyn einer solchen Basis bildet sich, selbst bei günstigen Umständen, keine, oder doch nur höchst wenige Salpetersäure. Ueber die Quelle des Stickstoffs bei der Salpeterbildung bestand früher nur eine Ansicht. Man nahm nämlich an, der Stickstoff der Atmosphäre könne, weil er schon gasförmig sey, sich mit dem Sauerstoffgase auf keine Weise chemisch, als durch den electrischen Funken verbinden. Aller Stickstoff bei der Salpeterbildung werde daher von faulenden thierischen oder stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen hergegeben. So lange die Pflanze und das Thier lebt, und auch so lange das erloschene Leben noch nachwirkt, ist der Stickstoff in einer organisch-chemischen Verbindung mit den andern Elementen jener Körper; sobald aber die Fäulniß das organische Band trennt, wird der Stickstoff fähig, sich mit anderen äußeren Stoffen zu verbinden, und geht dann leicht unter den genannten Umständen mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre die Ver-

Digitized by Google

bindung zur Salpetersäure ein, während er, wenn sich die Umstände nicht günstig für die Salpeterbildung stellen, meist mit einem Theile Wasserstoff des sich zersetzenden Körpers zu Ammoniak verbunden entweicht. Nach dieser Ansicht kann daher die Salpeterbildung nur da statt haben, wo neben der Basis auch bereits hinreichend zersetzte thierische oder stickstoffhaltende Pflanzenstoffe vorhanden sind. Nachdem aber John Davy und Andere Salpeterbildung unter Umständen beobachtet hatten, wo es schien, als seyen diese organischen Reste durchaus nicht vorhanden und als vielfache Untersuchungen ergeben, daß fast alle porösen Kalksteine selbst in den Steinbrüchen bei'm Auslaugen salpetersaure Salze geben, ja einige Versuche mit Kreide, die eine Zeit lang der Atmosphäre ausgesetzt worden war, auch eine Salpeterbildung ohne Einfluß organischer Substanzen zeigten, stellte Longchamp die Ansicht auf, der auch Lavoisier in den letzten Lebensjahren geneigt gewesen zu seyn scheint, daß unter besonders günstigen Verhältnissen, oder nach Verlauf einer langen Zeit der Sauerstoff und Stickstoff der Atmosphäre sich unter Mitwirkung der Feuchtigkeit auch zu Salpetersäure verbinden könnten. Vorzüglich begünstigend soll, nach Longchamp, der poröse Kalkstein seyn, der eine große Flächenanziehung gegen die Gase, und eine große Verwandtschaft zu der durch die Verdichtung gebildeten Säure hat. Die wirklich unter diesen Umständen unläugbar vorkommende Salpeterbildung schreiben die Anhänger der alten Ansicht Muschelversteinerungen zu, deren Gallerte den Stickstoff hergegeben haben soll, und Gay Lussac namentlich behauptet auf das Bestimmteste, daß alle diese Steine bei'm Brennen durch den Geruch nach Ammoniak und brenzlichem Oele die organischen Reste verrathen; doch sind, wie Longchamp dagegen sagt, zuweilen

Spuren solcher Versteinerungen durchaus nicht aufzufinden. — Daß im Marmor und Urkalk keine Salpeterbildung vorkommt, wissen beide Ansichten sich als Beweis zu sichern.

Giovene hält die Salpeterbildung in den Steinen und selbst in den Plantagen für eine galvanische Wirkung, hervorgebracht durch die verschiedenen Erd- und Steinschichtungen und die Feuchtigkeit, vermittelst welcher sich der Stickstoff und Sauerstoff der Atmosphäre zu Salpetersäure verbinden. Er will bei kleinen analogen galvanischen Versuchen wirklich Salpetersäure ohne alle organische Substanz erhalten haben.

Graham stellte die Ansicht auf, daß die Kohlensäure, wodurch der Kalk als sauerkohlensaurer Kalk im Wasser auflöslich werde, diesen vermittelst der Auflösung auch empfänglicher mache für die Salpetersäure; er meint, daß die Kohlensäure, die sowohl bei der Fäulniß animalischer Substanzen sich bilde, als auch in der atmosphärischen Luft sich darbiete, so einen Hauptvermittler der Salpeterbildung abgebe. Er will dadurch die Erscheinung erklären, daß bei Salpeterplantagen, wenn sie ergiebig seyn sollen, keine Zugluft statthaben darf.

Longchamp glaubte aus seiner obigen Ansicht insofern für die Praxis Nutzen ziehen zu können, daß man — da es keiner thierischen Substanzen, sondern höchstens der Pflanzenstoffe zum Hergeben des Kali's oder auch an dessen Stelle des bloßen Kalks bedürfte — die Plantagen, die aus Gartenerde und Kalk zusammenzusetzen seyen, an unbewohnten Stellen anlegen könnte, wodurch der Preis der Baustelle und auch vielleicht das Arbeitslohn wohlfeiler würde, als in der Nähe von Städten und Dörfern, von wo man jetzt die Materialien zu den Plantagen hernehmen muß. Er will dazu eigene Gebäude auf-

Digitized by Google

führen, eins für die Plantage, das andere für die Siederei; die Erde soll pyramidenartig aufgehäuft werden; nach 3 Jahren, wo sie hinreichend salpetersaure Verbindungen enthalten wird, will er die Haufen mit Wasser begießen und alle Fenster des Gebäudes öffnen lassen, damit das verdunstende Wasser den Salpeter mit an die Oberfläche bringe. Dubrunfaut will der Erde noch Kohle zusetzen, ihrer großen ansaugenden Kraft wegen und etwas Chlorkalium, um immer die nöthige Feuchtigkeit zu erhalten. — Die meisten übrigen Chemiker theilen diese Ansicht nicht. Eine Commission, die in Frankreich ernannt war, den Vorschlag in Betreff der neuen Plantagen zu begutachten, und bei der sich auch Vauquelin befand, hat sich dagegen erklärt; allerdings ohne positiven Grund. — Der jüngere Champy, ebenfalls der Ansicht, daß Salpeter sich ohne animalische Reste bilden könne, will in den warmen Climaten dauernd feuchte Luft durch vor dem Sonnenlicht geschützte Kalksteine führen, um so Salpeterbildung zu bewirken.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß beide Ansichten Recht haben; es ist nicht einzusehen, warum zwei Gase, welche der electrische Funke chemisch zu vereinigen vermag, nicht auch bei längerer Einwirkung anderer günstiger Verhältnisse dieselbe Vereinigung eingehen sollten. Sehen wir doch eine ganz ähnliche Erscheinung bei der Verbindung des Wasser- und Sauerstoffgases, vermittelst des kalten Platinschwammes. Es ist aber allerdings zu vermuthen, daß die Salpeterbildung bei'm Vorhandenseyn passender organischer Substanzen viel rascher vor sich geht, als wenn die, selbst bei der größten Vorsicht immer doch bewegte Atmosphäre den Stickstoff hergeben soll; deshalb dürften Plantagen nach Longchamp viel-

Digitized by Google

leicht nicht ergiebig genug seyn, um die Kosten zu bestreiten.

Fontanelle hat directe Versuche über die Salpetererzeugung mit verschiedenen Materialien angestellt. — Er füllte 17 hölzerne Kübel mit verschiedenen Mischungen und stellte sie in einen geräumigen Schuppen, rührte die Masse alle drei Monate um, befeuchtete sie dabei jedesmal mit $\frac{1}{15}$ des Erdgewichts destillirtem Wasser, (Nr. 4 und 5 wurden mit gewöhnlichem begossen) und laugte die Erde nach drei Jahren aus. Die Resultate waren:

Nr.	1, 20 Kilogramm	ungewaschener Kalksand, Spuren salpetersaurer Verbindung.
"	2, " "	ungewaschener Granitsand, ebenfalls.
"	3, " "	gewaschener Kalksand, keine Spur.
"	4, " "	derselbe, 0,004 salpetersaure Verbindung.
"	5, " "	gewaschener Granitsand, 0,004.
"	6, " "	derselbe, keine Spur.
"	7, " "	thonartige Erde, 0,016.
"	8, " "	Ackererde, 0,030.
"	9, " "	dieselbe mit $\frac{1}{3}$ Gypsschutt, 0,083.
"	10, " "	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Schafmist, 0,056.
"	11, " "	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Pferdemist, 0,048.
"	12, " "	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Kuhmist, 0,044.
"	13, " "	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ thierischem Dünger, 0,060.

Digitized by Google

Nr. 14, 20 Kilogramm Ackererde mit $\frac{1}{10}$ vegetabilischem Dünger, 0,040.

„ 15, „ „ dieselbe mit $\frac{1}{10}$ verrottetem Weidenholz, 0,050.

„ 16, „ „ dieselbe mit $\frac{1}{10}$ vegetabilischem Dünger und $\frac{1}{5}$ Gypsschutt, 0,080.

„ 17, „ „ dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Ochsenblut und $\frac{1}{5}$ Wasser, 0,048.

Hierbei ist zu bemerken, daß die Ackererde schon 0,026 salpetersaure Verbindungen hatte, die noch abzuziehen sind. Man sieht aus diesen Versuchen, daß unter den genannten Umständen die reinen Erden allerdings nicht geschickt zu seyn scheinen, salpetersaure Verbindungen zu bilden; die Spuren, welche Fontanelle bei den gewaschenen Sandarten, besonders bei Nr. 4 und 5, bemerkte, rühren wohl, wie er selbst angiebt, von den geringen organischen Beimengungen her, welche jedes destillirte, besonders aber das Flußwasser enthält, wie das Schimmeln desselben beweis't. — Nach diesen Versuchen scheint als Basis die Kalkerde den Vorrang zu haben; auch ist das Vorkommen des salpetersauren Kalks fast häufiger, als das des Kalisalzes. Am unvortheilhaftesten zeigte sich auch hier die Kieselerde. Als stickstofffliefernde Substanz war besonders der thierische Dünger und nach diesem Schafmist ergiebig; der erstere hat sich wahrscheinlich deshalb so gut bewährt, weil seine Zersetzung schon weiter vorgeschritten war und er durch das beigemengte Stroh lockerer lag, als der frische Mist. — Von den vegetabilischen Substanzen glaubt Fontanelle dem allerdings sehr stickstoffreichen Getreide den Vorrang geben zu müssen; er führt an, daß in den Silo's, in denen man das Getreide aufbewahrt, sich reine Salpetercrystalle an den Wänden ansetzen.

Digitized by Google

Viele Pflanzen enthalten schon während ihres Lebens sehr vielen Kalisalpeter; besonders auffallend zeigt sich dies bei der Runkelrübe, an deren Blattstiele sich bei'm Aufbewahren Salpetercrystalle bilden; eben so sind die Sonnenblumen, der Tabak, das Kartoffelkraut, der Boretsch, die Nessel, das Wallkraut, der Schierling, der Mais, der Kohl, die Gemüsearten, der Dill (sein Extract setzt Salpetercrystalle ab), das Schöllkraut u. s. w. sehr salpeterreich. Allerdings wird ein Anbau dieser Pflanzen für den vorliegenden Zweck nicht lohnen. Braconnot glückte es sogar nicht einmal, mit den so sehr salpeterreichen Runkelrüben, deren getrockneter Stiel wie eine in Salpeter gesottene Lunte brennt, eine ergiebige Salpetergrube zu gewinnen; doch begünstigen diese Pflanzen, zumal mit Kalk reichlich gemengt, die Salpeterbildung in den künstlichen Plantagen sehr, weshalb bei diesen besonders Rücksicht darauf zu nehmen seyn dürfte.

Die Bedingungen der Salpetererzeugnisse sind also, um dies nochmals zu wiederholen: 1) eine Basis: sie wird geliefert, als Kali, durch sich zersetzende Pflanzen; als Kalk, von den Erden der Mauertrümmer, dem Mergel, Mörtel, der ausgelaugten Asche, dem Lohgerberkalk u. s. w.; als Magnesia, von verwitterten Steinen. Gyps ist nur dann anzuwenden, wenn er kohlensauren Kalk enthält. 2) Stickstoff: er wird hergegeben, vielleicht von der Atmosphäre, besonders aber von verwesenden Thier- oder Pflanzenkörpern. Von thierischen Substanzen sind die Reste pflanzenfressender Thiere besonders günstig, zumal die flüssigen und nächst ihnen die weichen Theile des Körpers. Insecten geben dagegen keinen Salpeter, ebenso Knochen, Wolle, Haare. Von Pflanzen sind nur die stickstoffreichen, die wir oben nannten, Stickstoff gebend, alle andern Pflan-

überall Kalk vorhanden seyn, wo sich Salpeter bilden soll. — Ein solcher Salpeter gewährt den großen Vorzug, daß die an sich schwachen Laugen, wie Salzsoole, einer Dorngradirung unterworfen werden können, wodurch man die Fabricationskosten sehr verringert. Diese Degradirung ist aber nicht bei mit Erdsalzen verunreinigtem Salpeter anzuwenden, weil sich diese an die Dornen festsetzen.

Der Salpeter vom persischen Meerbusen enthält viel Kochsalz, wahrscheinlich vom Meerwasser.

In Ostindien, am östlichen Ufer des Ganges, bei Patna, woher wir in Europa den meisten Salpeter beziehen, beschlagen gleich nach der Regenzeit die Mauern, so wie die Stellen, wo das Vieh gelagert hat, mit Salpeterverbindungen. Eigene Salpetersammler kratzen diesen Beschlag bei Sonnenaufgang ab und laugen ihn in großen irdenen Töpfen aus. Je regnerischer das Jahr ist, desto größer wird die Salpeterausbeute. Eine von J. Davy untersuchte ostindische Salpetererde enthielt

8,3 salpetersaures Kali,
7,3 salpetersauren Kalk,
0,8 Gyps (schwefelsauren Kalk),
0,2 Kochsalz (Chlornatrium),
35,0 kohlensauren Kalk,
40,0 in Salpetersäure unlöslichen Rückstand.
12,0 Wasser und Pflanzenspuren,

105,6.

Diese Erde wird bei'm Auslaugen und Zersetzen des salpetersauren Kalks mit Pottasche 83 + 89,4 = 172,4, also 16,3 Procent Salpeter und 2 Kochsalz, gegeben haben, einen Reichthum, den unsere besten Salpetererden nicht erreichen. Nach Cossigny enthält dieser Salpeter gar kein Kochsalz, doch zuweilen etwas Glaubersalz, Gyps u. s. w. Meyer

fand im schon einmal gereinigten ostindischen Salpeter 0,02 Procent Schwefelsäure, 1,29 Procent Kochsalz und 0,57 Procent unauflösliche Substanzen. Eine andere Probe gab nur 0,5 Kochsalz. In England nimmt man im Durchschnitt 5 Procent Unreinigkeit bei'm ostindischen Salpeter an.

Nach einigen Nachrichten soll der Salpeter in Ostindien auch gediegen, d. h. in körnigen Crystallen gebildet, in Thon eingehüllt vorkommen. In dem Districte Tirhoot in Indien erzeugt sich so viel Salpeter, daß man ihn an feuchten Stellen alle zwei bis drei Tage korbweise wegnehmen kann. Der Salpeter zerfrißt dort die Steine in dem Maaße, daß selbst massive Häuser einfallen. Die jährliche Einfuhr von ostindischem Salpeter in Europa beträgt bis zu 10 Millionen Pfund.

Die krimmschen Tataren gewinnen Salpeter aus der Asche ihres Brennstoffs, worauf sich ihr Vieh lagert. Diese Asche giebt 5 Procent reinen Kalisalpeter.

In China gewinnt man den Salpeter aus dem rothen Schlamme eines bei Peking liegenden, während des Sommers austrocknenden Salzes.

In Ungarn, wo sehr viel Salpeter gewonnen wird, legt man sogenannte Kehrplätze an; sie liegen auf sanften Abhängen unterhalb der Dörfer, so daß die Flüssigkeit vom Dorfe über sie hinabläuft und einzieht. Sie müssen sandig seyn; denn je mehr Thon sie enthalten, desto weniger Salpeter bilden sie; man nimmt alle Jahre sechsmal die obere Erdschicht mit einem Schaufelpfluge weg und laugt sie aus. Ein 400 Quadratklafter haltender Platz liefert jährlich 10 Centner ziemlich reinen Kalisalpeter. — Auf diesen Plätzen gedeihen viele der oben genannten salpeterhaltigen Pflanzen sehr gut. Die

Digitized by Google

Hauptplätze in Ungarn sind Neusiedel, Bartfeld, Comorn, Malachowa.

In Spanien werden die zur Salpeterbereitung bestimmten Felder, die auch immer zunächst den Dörfern liegen, zwei- bis dreimal im Winter und einmal im Frühjahr umgeackert. Im August nimmt man die obere Erdkruste weg und laugt sie aus, wo man eine sehr gute Ausbeute an fast reinem Kalisalpeter erhält.

Man bringt die Erde dann wieder auf's Feld, und im nächsten Jahre ist sie neuerdings so stark mit Salpeter geschwängert, als vorher.

Um in unserm Clima, wo der Salpeter sich nur in bewohnten Orten erzeugt, den für die Pulverfabrication erforderlichen zu gewinnen, ohne dem Auslande zinsbar zu werden, gräbt man die mit Humus durchdrungene Erde in den Kellern, Wällen u. s. w. aus, und legt sie an die Luft, wo sie in wenigen Wochen sehr salpeterreich wird; auch kratzt man die Mauern, aus denen Kalksalpeter wittert, ab, laugt das erhaltene Pulver aus und zersetzt das Kalksalz durch Pottasche.

In Frankreich hält der Staat zum Aufsuchen passender Erde eigene überall zum Nachspüren berechtigte Salpetergräber, indem dort der Salpeter ein Regal ist und der Staat verfassungsmäßig das Recht hat, Salpeter überall, wo er sich findet, zu graben. Während der Revolution, wo diese jährlich 500,000 Kilogramm liefernde Quelle nicht ausreichte, schlug man auch noch den Mörtelanwurf von den Wänden, um Salpeter aus ihnen zu gewinnen. Um jene Zeit wurden von Maquer, Lavoisier, Darcy, le Sage, Beaumé und Cadet de Gassicourt sehr viele und theure Versuche über künstliche Salpeterbildung angestellt, denen zufolge man 50 Plantagen anlegen wollte; es unterblieb aber. Im Jahre 1794 trat in Frankreich, trotz aller Be-

Digitized by Google

mühungen, immer den nöthigen Salpeter zu beschaffen, doch ein plötzlicher Mangel an demselben ein, was in England nie begegnete.

In Schweden hat jeder Bauer die Verpflichtung, Salpeter zu liefern. Gustav Wasa wollte die Erde der Kirchhöfe auslaugen lassen, um Salpeter zu gewinnen; seit der Zeit haben die Bauern die Salpeterlieferung freiwillig übernommen. —

Die mit Humus und thierischen verwes'ten Substanzen reichlich gemengte Erde gewinnt zwar erst an der Luft ihren völligen Salpetergehalt; doch hat sie auch, ehe sie ausgegraben wird, einen, durch den Salpetergeschmack, durch die öligen Flecken bei feuchtem Wetter und durch eine, auf ein hineingestoßenes glühendes Eisen sich zeigende, weiße Haut bemerkbaren Salpetergehalt. Die Salpeterbildung dringt aber bei uns nicht tiefer ein, als einen Fuß, während sie, wie Viele behaupten, in Indien sehr tief reichen soll, und ein Cubikfuß Erde hat bei uns, wenn sie frisch ausgegraben worden, selten mehr als $\frac{1}{10}$ und wenn sie längere Zeit ausgelegen hat, mehr als $\frac{1}{4}$ Pfund Salpeter.

Um diese Salpetererzeugung besonders in den nördlicheren Ländern zu befördern, und das Nachgraben zu vermeiden, legt man eigene Plantagen an, wo man der Natur auf dem von ihr angedeuteten Wege leichter zu Hülfe kommen kann, als in den Wohngebäuden und Ställen. Doch nur da, wo Arbeitslohn und Material zum Bauen wohlfeil sind, wie, z. B., in Schweden, wird man mit Ostindien und Ungarn Preis halten können, zumal da man noch nicht von allen sich bietenden Mitteln, welche die Arbeit vereinfachen könnten, Gebrauch macht.

Die Plantage wird am vortheilhaftesten mit schon von Salpeter durchdrungener Erde angelegt, unter die man andern humusreichen Boden und

Digitized by Google

Thier- und Pflanzenreste mengt. Viel schwieriger ist es, wenn man mit ganz salpeterleerer Erde, oder gar mit solcher arbeiten muß, die nicht einmal die Salpetermutter, den Humus und zersetzte animalische Reste enthält. Hier geht im Anfange viel Zeit verloren. — Bei'm weitern Betriebe laugt man deshalb auch die Salpetererde nie ganz aus, sondern bringt sie mit etwas Salpetergehalt wieder in die Plantage, weil ein solcher Salpeter- oder auch nur überhaupt Salzrest die neue Salpeterbildung im hohen Maaße begünstigt, so wie wir schon sagten, daß die Kalksteinmauern besonders dann heftig von der Salpeterbildung ergriffen würden, wenn einige Steine schon vorher damit behaftet gewesen. Die Salpetererde scheint nur so lange gute Dienste zu leisten, als sie kohlensauren Kalk enthält; ist dieser durch die Salpeterbildung erschöpft, was im Durchschnitt in 10 Jahren eintritt, so giebt sie selbst unter den günstigsten Umständen und reichlich mit Dünger gemengt, keinen Salpeter mehr, auch ist in den letzten Jahren die Erzeugung schon sehr gering; man kann ihr aber ihre Fähigkeit wiedergeben, wenn man sie mit fein vertheiltem Kalk, wie er, z. B., in der ausgelaugten Asche enthalten ist, mengt. Man sollte bei der Anlage dieser Plantagen bei weitem mehr darauf sehen, gleich die erforderliche Menge von Kali hinein zu bekommen, wenn auch schwefelsaures Kali und Kochsalz mit dabei ist; ersteres zersetzt sich durch die anwesenden Kochsalze, und letzteres ist leicht wegzuschaffen. — In diese Plantagen sollte man daher möglichst viel Laub und junge Zweige geben; diese enthalten sehr viel pflanzensaure Kalisalze, welche durch die Verwesung eben so gut frei werden, als durch das Verbrennen. Die Walderde enthält sehr viel Kali, so wie überhaupt alle Erde, die durch zersetzte Pflanzen, zumal junge, nicht holzige und saft-

Digitized by Google

reiche, entstanden. Eben so ist die Auflösung von schwarzer Seife, die bei so vielen Fabriken weggeworfen wird, das schwefelsaure Kali der Scheidewasser-, der Berliner Blaubereitung und vieler andern Fabricationen, besonders mit Kreide gemengt, die Seifensiederlauge u. s. w. von dem vortheilhaftesten Einflusse auf die Salpeterbildung. Zum Begießen der Erde sollte man sich nur eines Wassers bedienen, in dem thierische Substanzen enthalten sind, und das längere Zeit über grünem Laube, saftreichen Pflanzen u. s. w. gestanden hat. — Eine Einmengung von frischgebrannter thierischer Kohle in die Erde würde gewiß auch sehr günstig wirken.

Wir beschreiben nun die verschiedenen Arten künstlicher Plantagen genauer:

1) Die preußische Mauer (in der Gegend von Magdeburg üblich). Man nimmt die Erde, die unter dem Rasen liegt, mengt sie mit $\frac{1}{5}$ Holzasche und Pferdemistjauche, bildet damit und mit Stroh einen Mörtel und führt daraus auf einem aus Lehm festgeschlagenen Grunde, der kein Wasser durchläßt, Mauern von unten 3 Fuß, oben 1 Fuß und 3 Zoll auf. Man giebt ihnen, da nach der Nordseite immer die stärkste Salpeterbildung sich zeigt, die Richtung von Ost nach West. Um die Erde möglichst locker zu halten, mengt man Strauchwerk hinein und stößt Löcher durch die fertige Mauer. Ein Strohdach schützt vor Regen. Man begießt sie, zumal im heißen Sommer, zuweilen mit Wasser.

Diese Mauern geben eine geringe Ausbeute. Die Erde liegt, trotz aller Vorsichtsmaaßregeln, zu dicht, wird vom Regen ausgespült, und die starken Stürme stören die Salpeterbildung darin sehr. Nach 12 bis 15 Monaten laugt man die Erde aus.

2) Die Pyramiden auf Malta. Man erbaut sie in großen luftigen Gebäuden, wählt kalkhal-

Digitized by Google

tige Erde dazu und mengt ſie mit Stroh. Man legt die Erde ſchichtweiſe mit Miſt wechſelnd und befeuchtet das Ganze mit dem bei'm Salpeterſieden abgenommenem Schaume, mit Miſtjauche und Urin. Den letztern wendet man in andern Ländern nicht gern an, weil er viele fremde Salze, als phosphorſaure, kohlenſaure Salze, und Chlorverbindungen in den Salpeter bringt. Chaptal will ihn nur zuletzt, kurz vor dem Auslaugen, anwenden laſſen. In Indien und China glaubt man aber durch ihn die Salpeterausbeute bedeutend zu vermehren. In Amerika iſt man derſelben Anſicht, doch zieht man die Tabakslauge vor. Beſſer aber, als Urin, iſt ganz gewiß Blut und Miſtjauche.

Die Pyramide ſticht man, wenn ſie äußerlich trocken geworden, um und befeuchtet ſie von Neuem. Dies wiederholt man alle zwei bis drei Wochen; iſt der Miſt verfault, ſo giebt man neuen zu. In einem Jahre kann man auslaugen.

3) Die Pyramiden in Oeſterreich. In Oeſterreich ſetzt man die Pyramiden im Freien auf, macht ſie nicht hoch, giebt ihnen aber eine Vertiefung, damit ſich das Regenwaſſer ſammle und einziehe. Dreimal des Jahrs wird die obere Fläche abgekratzt, im Frühjahr und Sommer 1½ Fuß, im Herbſt etwas tiefer. Man legt dann dieſe Erde unter obenbedeckten Schuppen an die Luft, wo ſich noch mehr Salpeter bildet.

4) Die franzöſiſchen Schuppen. Sie ſind während der Revolution verſucht, aber nicht weiter verfolgt worden. Man umſchließt einen Platz von 100 Fuß Länge und 30 Fuß Breite mit Strohwänden und deckt ſie mit Stroh. Auf dem Boden ſchlägt man eine feſte Tenne, die man 2 Fuß vertieft, und um die man einen Graben zieht. Zehn- bis 15000 Cubikfuß Erde mengt man mit Aſche und

Digitized by Google

Mist, befeuchtet sie mit Urin ꝛc. und schlägt damit die 2 Fuß vertiefte Tenne wieder zum Niveau aus; darauf werden in der Breite 6 Fuß auseinander kleine Faschinen gelegt, der Zwischenraum mit lockerer Erde ausgefüllt und auch 2 Fuß mit Erde überschüttet, indem man nur ringsum an der Wand einen Weg von 6 Fuß Breite läßt. Darauf kommen wieder Faschinen auf die Intervalle der vorigen; auch sie werden mit Erde bedeckt, und so fährt man dann fort, bis der Haufen 6 bis 8 Fuß Höhe hat. Man sorgt dafür, recht viel Stroh unter die Erde zu mengen, das bis aus dem Haufen herausreichen muß, um das Eindringen der Luft zu erleichtern. Begossen wird immer von oben, nachdem man mit einem Rechen die Fläche aufgekratzt hat. Im Winter verschließt man die Schuppen fest. Nach zwei Jahren hat die Erde 2 bis 3 Procent an Salpeter und ist dann des Auslaugens werth.

5) Die Salpeterladen in Schweden. Man legt die Laden gern so, daß Urin und Wasser durch Rinnen eingeleitet werden können; sie sehen einem Heukasten ähnlich, sind aus Holz gezimmert, 14 bis 15 Ellen lang, 10 bis 11 Ellen breit und 4 Ellen hoch. Auf 12 bis 15 Stück Rindvieh und 2 bis 3 Pferde rechnet man zwei solcher Laden. Man stellt sie mit ihrem Boden ½ Fuß hoch über die Erde auf Steine. Inwendig ist die Verbindung der Wände mit dem Fußboden ringsum durch ein schiefliegendes Bret geschützt, sonst würden die Zapfen durch die Feuchtigkeit zu bald zerstört werden. Der Boden selbst ist mit einer 2 bis 3 Zoll dicken festgeschlagenen Lehmschicht bedeckt, die wiederholt getrocknet und verschmiert wird, damit kein Riß der Feuchtigkeit Zugang zum Holze gestatte. An drei Seiten sind Oeffnungen mit Klappen versehen, an einer Giebelseite die Thür.

Digitized by Google

Muß man ganz rohe Erde nehmen, so mengt man sie in folgendem Verhältnisse:

Sand	50	Theile
Lehm	10	"
Verfaulte Späne	10	"
Mörtel von Mauern	20	"
Gesiebte Kohlen, Asche, Pflanzen	10	"
	100	Theile.

Der Sand darf nicht vom Meeresstrande genommen werden, auch nicht staubig oder steinig seyn; mergeliger an der Luft zerfallener Lehm ist besser, als thoniger. Die Späne und das Laub nimmt man von Fichten, nicht von Kiefern, weil diese zu harzig sind; getrocknete Morasterde ist auch gut, doch muß sie ein Jahr an der Luft gelegen haben. Am besten ist die Erde aus den Ställen, wo man die oberste Schicht als Dünger, die nächste zur Salpeterbereitung nimmt.

Man begießt die 2 Fuß hoch in die Lade aufgetragene Erde mit so viel Urin, als sie einsaugen will; im Sommer treibt man an einigen Orten des Nachts die Schafe hinein, doch wird sie dadurch leicht zu fest; auch taugt der frische Mist nicht zur Salpeterbildung. Im Winter deckt man die Erde mit Fichtenzweigen zu, fährt allerlei Geräth darauf und läßt die Hühner darin überwintern, um die Laden möglichst warm zu halten. Im Frühjahr wird die oberste Schicht aufgelockert, wieder begossen und alle Woche zweimal die Erde umgestochen, wobei man fortwährend Pflanzen und andere organische Reste hineinwirft, aber keine Erde mehr; auch hütet man sich dabei, viel darauf herumzutreten. Zu Ende des vierten Jahres wird ausgelaugt, und man erhält dann, wenn aller Urin der Thiere gesammelt worden war, pro Stück Vieh 19 bis 20 Pfund Salpeter.

Digitized by Google

Zum Abdampfen gehört bei reicher Lauge auf den Centner Salpeter 9 Cubikfuß Holz, bei sehr armer nahe an 80 Cubikfuß. In der französischen Plantage von Longpont giebt der Dünger von einem Thiere in 4 Jahren 50 Pfund Salpeter.

6) Die Schäfereien in der Schweiz. Die Schafställe werden auf Bergabhängen, die nach Norden liegen, erbaut, der Fußboden erhält aber nicht den Fall des Berges. Die Hirten graben eine Höhlung darunter und füllen sie mit sehr lockerer Erde aus. In diese zieht der Urin und bildet Salpeter. Das erstemal laugen sie nach zwei bis drei Jahren, später alle Jahr aus, indem die ausgelaugte Erde immer wieder auf ihre Stelle gebracht wird. In Frankreich führte Thouvenel die Salpeterplantagen in Schäfereien ein. Die Erde ward mit Stroh gemengt und Monate lang unter den Schafen liegen gelassen und dann herausgebracht.

Alle Salpetererden, sie mögen auf irgendwelche Weise gewonnen worden seyn, müssen ausgelaugt werden, wodurch sämmtliche in Wasser auflösliche Substanzen, also alle Salze und der thierische Extractivstoff, von den in Wasser unlöslichen Erden getrennt werden. Bei den aus Plantagen zu entnehmenden Erden gehe man, wie gesagt, selbst bei gutem Salpetergehalte nicht zu früh an das Auslaugen, da, wenn noch viel unzersetzter thierischer Extractivstoff in der Erde ist, die Lauge sich sehr schwer reinigen läßt.

Die Erkennungszeichen, ob Erde überhaupt Salpeter enthält, nannten wir schon oben. Steine, die Salpeter enthalten, zeigen davon Spuren auf der Oberfläche und sind meist aufgerissen. Es wurzeln in ihnen keine Moose und Pflanzen. Um aber genauer zu erfahren, ob das Auslaugen lohnend sey, nehme man 10 Pfund der zu prüfenden Substanz, zerklei-

Digitized by Google

nere sie, schlage sie durch ein Sieb, gebe das doppelte Gewicht Wasser hinzu und lasse das Ganze kochen. Man filtrirt, wenn sie mehreremal aufgekocht, die Lauge durch Leinwand in ein Glas, schüttet filtrirte Pottaschenauflösung behutsam so lange zu, als sich ein Niederschlag zeigt (der salpetersaure Kalk wird nämlich durch das kohlensaure Kali zerlegt, kohlensaurer Kalk fällt nieder, und salpetersaures Kali bleibt dafür in der Auflösung) und hält immer so lange an, bis sich der Niederschlag gehörig gesetzt hat und die Flüssigkeit wieder klar geworden ist; sobald einige neu zugeschüttete Tropfen Pottaschenauflösung keine Trübung mehr erzeugen, wird, wenn sich alles ruhig niedergesetzt hat, die Lauge durch Leinwand, oder besser durch Papier filtrirt und dann abgedampft. Das gewonnene Salz bringt man auf ein Filtrum und gießt eine gesättigte Auflösung von reinem Salpeter darüber, die hauptsächlich nur die fremden Salze aus dem unreinen Salpeter auflöst. Wiegt nun der zurückbleibende getrocknete Salpeter 3 Procent der angewandten Substanz, so ist das Auslaugen schon lohnend.

Die im Großen auszulaugende Erde wird durch ein Sieb geschlagen; salpeterhaltige Steine kann man auf einer Windmühle zermalmen. Man bringt sie darauf in drei Reihen übereinanderstehender Fässer, die einen doppelten Boden haben; der oberste ist vielfach durchlöchert, der untere hat nur eine mit einem Hahne zu verschließende Oeffnung; zwischen beide legt man Stroh und ebenso bedeckt man den obern. Man gießt in das obere Gefäß die Hälfte des Erdgewichts an gewöhnlichem weichen Wasser, wo es dann 2 Fuß übersteht; nach zwei Stunden wird der Hahn geöffnet und das Wasser in die zweite Tonne gelassen; in dieser bleibt es eben wieder so lange, und dann kommt es auf die unterste. Ist der Betrieb

Digitized by Google

erst im Gange, so füllt man in die oberste Tonne schon zweimal, in die mittlere erst einmal und in die unterste noch gar nicht ausgelaugte Erde. Die Lauge muß 12° auf Beaumé's Aräometer zeigen (oder ein specifisches Gewicht von 1,08), was 12 Procent Salpetergehalt entspricht, sonst wird sie nochmals auf neue Erde gebracht.

Nach Riffault's Methode bedient man sich, statt der Tonnen, Kasten von Eichenholz in der Form von Mühlentrichtern, die etwa 150 Cubikfuß Inhalt haben. Die Fig. 1, 2 und 3 zeigen solche aus Eichenholz bestehende Kasten von 12½ Fuß Länge, 3 Fuß Höhe und 6¼ Fuß Breite. An einer von den langen Seiten sind diese Kasten fast dicht am Boden mit Löchern aa und mit Sieben versehen. Die Boden steigen nun etwa 4 Zoll nach der entgegengesetzten Wand an. Inwendig legt man schräg und die Löcher bedeckend ein mit vielen Löchern versehenes Bret, welches man mit einem Geflechte von Weidenruthen bedeckt, damit sie sich nicht verstopfen.

Die Kasten müssen fest und mit Eisen beschlagen seyn, wie die Figur andeutet. Sie stehen auf dem Bretterboden gg, der vorn mit einem etwas nach dem Gefäße, welches die Lauge aufnimmt, geneigten Gerinne versehen ist.

Um das Auslaugen zu bewerkstelligen, wendet man zwei Kasten an, die frische Erde enthalten; auf die des erstern gießt man das erforderliche Wasser, welches bis zum nächsten Tage darauf stehen bleibt. Nach und nach gießt man frisches Wasser darauf, mit dem man eben so verfährt; die zu schwache Lauge wird auf den zweiten Kasten gegossen, so daß sie eine Dichtigkeit von 10 bis 12° des Beaumé-schen Aräometers erlangt.

Es scheint, als könne man hier schon an Kosten und Arbeit sparen, wenn man die Erde an warmen

Tagen dünn ausbreitet und sie des Morgens früh mit Wasser befeuchtet, dem man so viel reines Kalisalz, als zur Zerlegung der Erdsalze erforderlich ist, zugefügt hat. Gegen Mittag verdunstet das Wasser, und ein Theil des von ihm aufgelöst'en Salpeters setzt sich auf der Oberfläche an; diese kratzt man ab und verfährt den nächsten Tag wieder so. Man bekommt dann vielleicht etwas weniger Salpeter, aber dafür in der abgekratzten Erde einen Salpetergehalt von 15 bis 16 Procent, wodurch man viel an Geräth und Arbeit spart und nicht eine so sehr dünne Lauge erhält, deren Abdampfen bedeutendes Brennmaterial kostet.

Diese Lauge, die man in Oesterreich Grundwasser nennt, enthält neben dem Salpeter viele fremde Salze. Nach einigen Erfahrungen ist, wenn die Erde in Wohnungen ꝛc. gegraben worden, der Rückstand nach dem Abdampfen, wie folgt, zusammengesetzt:

10 salpetersaures Kali,
18 Chlornatrium und Chlorkalium,
72 salpetersaurer Kalk und Magnesia.

100.

Nach Thenard's Angabe ist sie dagegen:

10 salpetersaures Kali und Chlorkalium,
15 Chlornatrium,
5 Chlorkalium und Chlormagnesium,
70 salpetersaurer Kalk und Magnesia.

100.

Das Entstehen dieser verschiedenen Salze ist auf folgende Weise zu erklären. In der Erde, welche die Grundlage zum Salpeter bildet, befindet sich kohlensaures Kali (aus den Pflanzensäften durch Fäulniß entstanden), ferner kohlensaurer Kalk und zuweilen kohlensaure Magnesia. Außerdem kommen durch

Digitized by Google

den Urin und die Excremente Chlornatrium hinzu. Entsteht nun Salpetersäure, so zersetzt sie die kohlensauren Salze, es bildet sich salpetersaures Kali, salpetersaurer Kalk und Magnesia, und dazu gesellt sich Chlornatrium. Longchamp beobachtete und Berzelius bestätigt es, daß, wenn salpetersaures Kali und Chlornatrium zusammen aufgelöst würden, sie sich gegenseitig theilweise zersetzten und Chlorkalium, so wie salpetersaures Natrum, neben den erst bemerkten Salzen entstände. Da beide Chemiker nichts Näheres dieser Angabe zufügten, so stellte Herr Meyer den Versuch an. Es wurden daher gleiche Theile der genannten Salze zugleich in Wasser aufgelöst und die Auflösung darauf verdampft. Die rückständige Salzmasse wurde an einem regnigen Tage bemerklich feucht, deutete also schon auf das Vorhandenseyn des hygroscopischen salpetersauren Natrons. Darauf trocknete er die Salzmasse scharf und zog sie mit heißem absoluten Alcohol aus. Als er diesen an der Luft von selbst sich verflüchtigen ließ, blieben neben einer uncrystallinischen Salzkruste sehr deutliche scharfe Crystalle des cubischen Salpeters (salpersauren Natrums) zurück. Es hatte also wirklich eine solche Zersetzung stattgefunden, und es ist nun leicht zu erklären, woher das Chlorkalium im Salpeter entsteht; es ist aber auch außer Zweifel, daß überall, wo in einer Lauge Kochsalz vorkommt, immer auch salpetersaures Natrum enthalten seyn müsse, das Thenard also in seiner Angabe übersehen hat, wie dies sehr leicht geschehen kann, da salpetersaures Natrum in kleinen Mengen durch die Analyse gar nicht im Salpeter zu entdecken ist. Auf ähnliche Weise zersetzt sich, nach Meyer's Untersuchungen, das Chlornatrium und der salpetersaure Kalk theilweise, und höchst wahrscheinlich ist dies auch mit dem Magnesiasalze der Fall; man muß daher auch das Vorkommen von

Chlorcalcium und Chlormagnesium aus einer Umwandlung der salpetersauren Salze dieser Basen erklären, wobei aber auch hier einleuchtet, daß sich immer salpetersaures Natrum zugleich bilden müsse. Uebrigens sind diese Chlorsalze außer dem Chlornatrium immer nur in geringer Menge vorhanden. Wo kein Chlornatrium ist, wird also auch keine der andern Chlorverbindungen vorkommen können. Man sieht hieraus, daß die Chlorverbindungen immer einen Verlust an Salpeter bedingen, da das durch sie gebildete salpetersaure Natrum in der Mutterlauge bleibt.

Fast immer werden in der Salpeterlauge auch Ammoniaksalze sich vorfinden, da diese Grundlage bei jeder Verwesung thierischer Substanzen mit gebildet wird.

Die Operation, welche mit der Lauge vorgenommen werden muß, besteht im Allgemeinen darin, daß die salpetersauren Erdsalze in salpetersaures Kali umgewandelt und zugleich auch die beigemengten Chlorverbindungen zum Theil weggeschafft werden. — Die Umwandlung der salpetersauren Erdsalze geschieht durch ein Kalisalz, dessen Säure mit den Erden eine unauflösliche Verbindung giebt; diese fällt dann zu Boden, während das neugebildete salpetersaure Kali in der Auflösung bleibt. Die Kohlensäure giebt mit Kalk und Magnesia unlösliche Verbindungen, die Schwefelsäure nur mit erstern. Man wird daher mit mehr technischem Vortheile kohlensaures als schwefelsaures Kali zum Zersetzen wählen; doch empfiehlt zuweilen der ökonomische Vortheil das Letztere, da schwefelsaures Kali, besonders das saure schwefelsaure, das mit Kalk vor der Anwendung neutralisirt wird, bei sehr starker Fabrication als Nebenproduct fällt und daher sehr wohlfeil ist. Auch Glaubersalz (schwefelsaures Natrum) wird vielfach als Nebenproduct gewonnen; da man es aber nicht unmittelbar für die

Digitized by Google

Salpeterlauge brauchen kann, indem man sonst salpetersaures Natrum statt Kali erhielte, zersetzt man es zuvor mit der ebenfalls sehr wohlfeil zu habenden Glasgalle (Chlorkalium), wodurch sich schwefelsaures Kali und Kochsalz bildet; man bekommt aber dadurch noch mehr Kochsalz in die Lauge, als man ohnehin schon hat. Man möge nun aber das schwefelsaure Kali direct, oder in dieser Vermittelung anwenden, immer muß man die Magnesiasalze erst aus der Lauge schaffen, was am besten durch etwas gelöschten Kalk geschieht. Deshalb und auch wegen der nicht unbedeutenden Auflöslichkeit des schwefelsauren Kalks in Wasser zieht man das kohlensaure Kali dem schwefelsauren, trotz des höheren Preises, vor; auch braucht man vom kohlensauren Kali dem Gewichte nach weniger, und ein Ueberschuß ist leichter wiederfortzuschaffen. Man kann beide Vortheile vereinigen, wenn man der Lauge erst eine Portion schwefelsaures Kali zusetzt, die nicht ausreicht, die Salze alle zu zersetzen, und dann das Fehlende noch in kohlensaurem Kali zugiebt. Man braucht auch überhaupt nur ungereinigte Pottasche zu nehmen, in der immer viel schwefelsaures Kali vorkommt, und die sehr wohlfeil ist; doch pflegt diese auch daneben Chlorkalium zu enthalten. Die Alten setzten der Aschenlauge Kalk zu; dies ist aber unnöthig, da man ja eben Kalksalze aus der Lauge fällen will, was mit caustischem Kali nicht einmal so sicher geschieht, als mit kohlensaurem.

Es war lange Zeit im Gebrauche, der Lauge nicht so viel von dem Fällungsmittel zuzusetzen, als für die vorhandenen Erdsalze nöthig war, da man annahm, daß dies zuerst die salpetersauren Salze und dann erst die Chlorverbindungen zerlege und man daher die letztern unzerlegt zu lassen meinte, damit sie als leicht auflöslich in der Mutterlauge blieben.

Allein Longchamp wies nach, daß immer salpetersaure Erdsalze und Chlorverbindungen zugleich zerlegt werden, und daß, wenn man nicht hinreichende Zersetzungsmittel anwendet, immer noch salpetersaure Erdsalze unzerlegt bleiben. Besser ist es auch schon deshalb, die hinreichende Menge für die salpetersauren und salzsauren Erdsalze (Chlorverbindungen) zuzugeben, weil die etwa in der Lauge befindlichen salzsauren Erdsalze das Einkochen der Lauge und das Crystallisiren sehr erschweren.

Früher gab man der auszulaugenden Salpetererde gleich eine Schicht Asche zu, in der sich bekanntlich viel kohlensaures Kali befindet. Es bildet sich aber dabei in dieser Aschenschicht viel kohlensaurer Kalk, der die Zwischenräume verstopfte und das Filtriren erschwerte. Man zersetzt die Lauge deshalb jetzt immer erst nach beendetem Auslaugen. Dies macht aber doppelte Kosten, und es geht die Operation gewiß eben so gut, wenn man nur nicht die Asche, wie es früher geschehen, unter die Erde, sondern über dieselbe legt, wo dann auf die Erde schon fertige Lauge einwirkt und der kohlensaure Kalk nicht in einer schmalen Schicht, sondern durch die ganze Erdmasse hindurch sich niederschlägt. Man bediene sich des heißen Wassers zum Auslaugen, das bei großen Siedereien immer ohne besondere Unkosten zu haben ist; man bedarf dann weniger, es fließt schneller durch und nimmt weniger Kochsalz auf. Wenn auch die erste Wasserportion erkaltet, ehe sie nach unten kommt, so hat sie doch den Nutzen gestiftet, daß sie allen Salpeter der obern Erde nach unten geführt und bei'm Erkalten ihn da abgesetzt hat. Wirft man nun die obere Erde bis zur Hälfte der Höhe aus den Tonnen, so hat man unten eine reichhaltigere, die mit wenigem heißen Wasser ausgelaugt werden kann, und wo man sich alles des

Digitized by Google

Kochsalzes entledigt, das noch in der obern geblieben war. Unmittelbar über den Boden der Auslaugefäßer sollte man eine Schicht gut ausgeglühter thierischer Kohle, mit grobem Kiessande gemengt, legen, wodurch man der Lauge sogleich den thierischen Extractivstoff entziehen könnte, der später nur durch wiederholtes Läutern wegzuschaffen ist.

Es ist nicht ganz leicht zu ermitteln, wieviel Pottasche zur Zersetzung einer Lauge erforderlich seyn wird. In Frankreich bedient man sich dazu folgender Methode. Man dampft eine gewogene Quantität Lauge ab, wäscht den Rückstand mit gesättigter Salpeterauflösung, trocknet und wägt ihn. Der Ueberschuß des Gewichts der zweiten Portion gegen die erste giebt die Menge des durch Zersetzung entstandenen Salpeters. Um nun zu erfahren, wieviel von dem Zersetzungsmittel nöthig sey, um diese gefundene Quantität Salpeter durch Zersetzung zu bilden, nimmt man eine abgewogene Menge Fällungsmittel, löst es auf, setzt salpetersauren Kalk zu, bis nichts mehr niederfällt, filtrirt, dampft es ab, wäscht den Rückstand mit gesättigter Salpeterlauge, trocknet und wägt, und hat somit gefunden, wieviel von dem Zersetzungsmittel zur Bildung einer bestimmten Salpetermenge erforderlich ist. Eine einfache Rechnung lehrt nun, wieviel Zersetzungsmittel man überhaupt für die Lauge braucht. Die Probe ist keineswegs sicher, wie aus dem bei der ähnlichen Probe für den Rohsalpeter noch Anzuführenden hervorgehen wird; sie genügt aber für diesen Zweck; besser ist es immer, etwas zu viel, als zu wenig zuzugeben. — Man sieht, um wie Vieles einfacher der ganze Proceß sich in Ländern, wie, z. B., in Spanien stellt, wo der Salpeter keine Erdsalze enthält.

Hat man nun die Lauge mit der gehörigen Menge Zersetzungsmittel versehen, so rührt man sie

wohl um; es bilden sich, wenn kohlensaures Kali als Zersetzungsmittel gewählt worden, kohlensaurer Kalk und Magnesia, die bald niederfallen, und wenn schwefelsaures Kali angewandt wurde, Gyps, der nur sehr langsam niederfällt. In der Auflösung ist der frühere Salpeter, der aus den salpetersauren Erdsalzen gebildete neue, das Chlorkalium und Natrium von vorher, und außerdem eine neue Menge Chlorkalium von den zersetzenden Chlorverbindungen, auch die frühere Menge salpetersaures Natrum enthalten. — Man läßt nun die Lauge einsieden, wobei durch ein darüberstehendes Tropffaß immer frische Lauge für das verdampfende Wasser nachtropft. Sie concentrirt sich immer mehr, wodurch ihr die freie Kohlensäure genommen wird, vermittelst welcher sie etwas kohlensauren Kalk aufgelöst hielt; dann läßt man sie in die Erdfallbottiche laufen und dort ruhig stehen, wo sich kohlensaurer Kalk und Magnesia absetzt, die man in einem Korbe auffängt und wieder zu den Salpeterhaufen giebt. Dieses Concentriren der Lauge könnte man mit sehr großer Kostenersparniß durch die Sonnenwärme verrichten lassen, wie es in den Anstalten an den Küsten geschieht, wo man Kochsalz aus Meerwasser gewinnt. In Aegypten ist seit einigen Jahren diese Verdampfung der Salpeterauflösung ohne Feuer eingeführt, die sehr günstige Resultate giebt. — Die Lauge fließt nun in Siedepfannen; hier wird sie bis zur Hälfte abgedampft, geschäumt und in die Salzfallbottiche geleitet, wo sie sehr viele Chlorverbindungen, besonders Chlornatrium, fallen läßt, indem nun die geringere Menge Wasser nicht mehr ausreicht, es aufgelöst zu erhalten, während der Salpeter wegen der noch hohen Temperatur gelöst bleibt; doch fällt sehr viel Salpeter mit nieder. Man fängt die niederfallenden Substanzen ebenfalls in einem eingehängten Körbchen auf.

Digitized by Google

Die Salpetersieder haben ganz eigene Kunstgriffe, die Absonderung des Salzes zu verhüten, z. B., durch Hineinwerfen eines Talglichts, oder von Leim in die Lauge; beide tragen das sich niederschlagende Salz nach oben und lassen es nicht niederfallen. Das ausgeschiedene Salz wird noch jetzt in Frankreich abgenommen, und wenn es nur wenig Salpeter enthält, zum Einpöckeln u. s. w. verbraucht; die Salpeterregie bezahlt deshalb an die Accise den Zoll für das Salz, und zwar 15% für den ganzen gewonnenen Rohsalpeter. Ist das Salz zu unrein zum Verbrauche, so wird es wöchentlich in Gegenwart einer Commission der Accise in den Fluß geworfen. — Wie bedeutend übrigens diese Mengen Kochsalz sind, die bei der Salpeterproduction gewonnen werden, ersieht man daraus, daß jetzt allein in Frankreich in einem Jahre 17 bis 18000 Kilogramm sal de salpêtre (Kochsalz mit etwas Salpeter und geringen Unreinigkeiten) in den Handel kommen.

Das Schäumen, das bloß auf die organische Beimengung gerichtet ist, geschieht mittelst Leim, Blut u. s. w.; die Theorie davon wird später bei'm Raffiniren erläutert werden. Die über den Chlorverbindungen etwa zu 41° abgekühlte Lauge wird in sogenannte Wachsgefäße abgelassen, wo sie crystallisirt. Besser wäre es auch hier, gleich durch Umrühren Nadeln zu bilden, indem die großen Crystalle, wie schon erwähnt, viel Mutterlauge einschließen, die hier noch sehr bedeutende Menge organischer Substanzen, Chlorverbindungen und salpetersaures Natron enthält und daher das spätere Raffiniren erschwert. Es hängt auch außerhalb an den Crystallen sehr viel Mutterlauge an, die sich bei'm Abtrocknen mit den oben genannten Stoffen verunreinigt; sie würden daher mit möglichst kaltem Wasser zu waschen seyn, das nur wenig Salpeter, dagegen viele Chlorverbindungen

Digitized by Google

und das salpetersaure Natron auflöst. Das Spülwasser käme dann zur Mutterlauge. Diese, die, wenn sie erkaltet, immer noch 20 bis 25 Salpeter auf 100 Wasser enthalten kann, ist schwer zum Crystallisiren zu bringen, weil sie gewöhnlich noch unzersetztes Chlorcalcium enthält, welches das Wasser mit großer Gewalt bei'm fernern Abdampfen zurückhält, und so die zum Crystallisiren nöthige Fortschaffung eines Theils Wasser sehr erschwert. Man zersetzt daher, wenn man den Chlorcalciumgehalt an der Dicklichkeit der Flüssigkeit erkennt, diese Verbindung durch zugeschüttetes Glaubersalz, wo sich Gyps bildet, der niederfällt, und Kochsalz, das in der Auflösung bleibt, dem Abdampfen und Crystallisiren des Salpeters nicht hinderlich ist und auf gewöhnliche Weise fortgeschafft wird.

Alle Chlorverbindungen, die bei'm Einsieden der Lauge, so wie später noch bei der weitern Reinigung des Salpeters abgeschieden werden, enthalten noch beinahe $\frac{1}{8}$ ihres Gewichts an Salpeter; um diesen zu gewinnen, nimmt man in Frankreich eine gesättigte Lauge von einem Kochsalz und hängt das salpetrige Salz hinein; die Auflösung entzieht diesem nun den Salpeter und noch wenig Kochsalz (weil sie in Gegenwart von Salpeter mehr Kochsalz als gewöhnlich auflöst), und man kann diese Kochsalzauflösung allmälig mit so viel Salpeter bereichern, daß man sie zuletzt als eine mit Kochsalz verunreinigte Salpeterauflösung betrachten und daraus den Salpeter gewinnen kann. Eine noch vortheilhaftere Operation dürfte aber folgende seyn. Man lasse auf das salpeterhaltige Kochsalz heißes Wasser einwirken, so sättigt es sich mit Kochsalz und nimmt zugleich den vorhandenen Salpeter auf; nun lasse man es wiederholt über solchem Kochsalz kochen, und es wird ihm allein den Salpeter entziehen, ohne weiter Kochsalz

Digitized by Google

aufnehmen zu können; man erhält zuletzt eine siedendheiße Auflösung von etwa 300 Theilen Salpeter und 40 Kochsalz auf 100 Wasser, läßt diese erkalten, bis auf etwa 10° R. und gießt während des Abkühlens etwa noch 16 Theile Wasser zu, um die bei'm Erkalten niederfallenden 5 Theile Kochsalz aufgelöf't zu halten: so scheiden sich 277 Theile reiner Salpeter aus, und in der Mutterlauge bleiben 10 Theile Kochsalz und nur 23 Theile Salpeter; außerdem ist nun das zurückbleibende ausgelaugte Kochsalz rein und kann als solches verkauft werden. Die Mutterlauge gießt man heiß von Neuem auf salpeterhaltiges Kochsalz, wo sich der obige Proceß wiederholt. Der aus der ersten Lauge gewonnene Salpeter heißt Rohsalpeter. So kommt er in den Ländern, die sich den Salpeter selbst erzeugen, an die Pulverfabriken, während derjenige, den der Handel aus Ostindien bringt, schon weiter gereinigt ist, um die Transportkosten zu ersparen.

Der aus Plantagen und sonst bei uns gewonnene, in kleinen Crystallen dargestellte Rohsalpeter enthält noch verschiedene Salze, die 15 bis 20 Procent betragen können und ihn feucht machen. Außerdem enthält der Salpeter noch sehr viele organische Substanzen, die ihm eine braune Farbe geben und auch unauflösliche Stoffe sind damit gemengt. — Der ostindische Salpeter ist dagegen weiß, in großen Crystallen und nur, wie wir schon oben erwähnten, wenig mit fremden Substanzen verunreinigt.

Wenn die Pulverfabriken irgendwoher Salpeter ankaufen, so müssen sie ihn, um den wahren Salpetergehalt kennen zu lernen, probiren; allein bis jetzt fehlt es noch an einer sichern, leicht ausführbaren Probe, die auch allerdings ihre großen Schwierigkeiten hat. Die bisher bekannten Probirmethoden sind die folgenden.

Digitized by Google

Früher kannte man nur die Probe des Verbrennens des Salpeters mit glühender Kohle auf nicht harzigem Holze; der Salpeter durfte dann keinen Schaum, keinen Funken, keine schwärzlichen Flekken zurücklassen, die Flamme mußte weiß und lebhaft seyn.

Furtenbach giebt als ein schon sicheres Zeichen der Reinheit an: wenn von 100 Pfund Salpeter bei'm zweiten Reinigen nur 4 Pfund Verlust entstehen.

In Schweden schmilzt man den Salpeter und gießt ihn in dreilöthige Tafeln von 1 Zoll Dicke. Das Schmelzen geschieht in einer blechernen Schale und wird bis zum Erglühen ihres Bodens fortgesetzt, um die organischen Beimengungen wegzuschaffen. Nach dem Erkalten zerbricht man ihn und beurtheilt nach dem mehr oder minder strahligen Bruche die Reinheit desselben. Der reine hat einen ganz strahligen Bruch; die Strahlen gehen alle vom Rande nach der Mitte der Tafel; bei einem Zusatze von 1 Procent Kochsalz wird er schon weniger grobstrahlig; bei 24 Procent bildet sich mitten im Salpeter ein Streifen, der nicht strahlig ist; bei $3\frac{1}{2}$ Procent ist der Bruch nur noch in den Kanten strahlig; bei noch größerm Zusatze verliert sich das Strahlige ganz. Diese Probe reicht daher nur bis 3 und 4 Procent, was auch für Schweden's Einrichtungen genügt, da man den Salpeter mit größerer Verunreinigung den Bauern nicht abnimmt; sie ist aber insofern falsch, als sie nur auf Kochsalzbeimengungen stimmt, nicht auf Chlorcalcium, schwefelsaures Kali u. s. w. Selbst unter den günstigsten Umständen läßt sie aber der Willkühr Spielraum, und es entstehen viele Streitigkeiten deswegen.

In Frankreich nahm man früher jeden Rohsalpeter zu 70 Procent reinen an, wobei bald die Käu-

Digitized by Google

ser, bald die Verkäufer verloren, und jeder absichtliche Betrug leicht gemacht wurde. Später erfand man eine ziemlich künstliche Operation zur Bestimmung der unauflöslichen Rückstände, der Erdsalze und der Chlorverbindungen, die trotz der sehr mißlichen Procedur, die nur sehr geübten Händen anvertraut werden konnte, doch kein genügendes Resultat gab.

Jetzt bedient man sich dort der von Riffault vorgeschlagenen Probe. Sie kann nur bei Rohsalpeter, der in kleinen Nadeln crystallisirt ist, unmittelbar angewendet werden; ostindischer und sonst in großen Crystallen angeschossener Salpeter muß erst zuvor zu Mehl zerrieben seyn. Sie beruht allein auf der Annahme, daß eine für eine bestimmte Temperatur gesättigte Salpeterauflösung bei dieser Temperatur keinen Salpeter mehr, aber alle mit dem Salpeter vorkommenden Salze, wie reines Wasser, auflöse. Ausgeführt wird sie auf folgende Weise: Auf eine genau abgewogene Portion des zu prüfenden Salpeters gießt man eine gesättige Salpeterauflösung und rührt während einer Viertelstunde wiederholt um. Man läßt hierauf das Gefäß einige Augenblicke ruhig stehen und bringt dann die Flüssigkeit auf ein Filtrum. Auf die Probe gießt man abermals gesättigte Auflösung und wiederholt dasselbe Verfahren, wie oben. Dann bringt man den Salpeter mit auf das Filtrum, läßt die Flüssigkeit gehörig ablaufen, trocknet das Filtrum und wägt den darauf liegenden, auf dem Sandbade vollends getrockneten Salpeter. Der Verlust gegen die erste Abwägung soll die Menge fremder Salze geben, welche die gesättige Auflösung ausgezogen hat. Von dem erhaltenen Salpetergewichte zieht man noch 2 Procent für unauflösliche und organische Substanzen ab, die bei der Läuterung verloren gehen.

Digitized by Google

Diese Probe ist aus mannichfachen Gründen, die wir genauer betrachten wollen, unrichtig:

1) Ist der Salpeter nicht in Gestalt eines vollkommen feinen Pulvers, so nimmt die Auflösung die in den Crystallen eingeschlossene Mutterlauge mit ihren fremden Salzen nicht heraus.

2) Jedesmal bleibt von der Auflösung ein Theil am Salpeter hängen, der bei'm Trocknen das Gewicht des Salpeters vermehrt. Ja nach verschiedenen Umständen ist dieser Theil verschieden, z. B., nach der Form des Salpeters, des Trichters, der Dicke des Papiers u. s. w. Diese Vermehrung des Salpetergewichts geht, wie wir uns überzeugten, über 2 Procent.

3) Enthält der Probesalpeter Kochsalz, so lös't die Auflösung von Neuem Salpeter auf, wodurch eine scheinbare größere Unreinigkeit des Salpeters entsteht. Gay Lussac hat dafür in seinen Vorlesungen eine Correction angegeben; doch ist sie in der sthenographirten Ausgabe durchaus unverständlich. Beträgt der Kochsalzgehalt 15 Procent, so lös't die Salpeterauflösung beinahe 18 Procent, statt dieser 15, auf; dieser Irrthum ist daher nicht unerheblich.

4) Enthält der Probesalpeter dagegen Chlorkalium, so wird dies von der gesättigten Auflösung des Salpeters nur in sehr geringer Menge aufgelös't und fällt dafür Salpeter aus der gesättigten Lösung. Man bezahlt daher Chlorkalium für Salpeter.

5) Ganz ähnlich wird sich die Probe bewähren, wenn dem Salpeter absichtlich viel schwefelsaures Salz beigemengt worden.

6) Ist der Salpeter nicht in kleinen Nadeln, sondern, wie er, um eine genaue Probe zu erhalten, seyn müßte, in Pulverform, so ist das Abnehmen vom Filtrum schwierig.

Digitized by Google

In Oesterreich gab Hauptmann Huß eine auf einem andern Principe beruhende Probe an, die aber auch zu Irrungen führt. Er löst 40 Gewichttheile von dem zu probirenden Salpeter in 100 Theilen Wasser von 45° R. auf und beobachtet bei'm Erkalten dieser Auflösung, das durch stetes Umrühren beschleunigt wird, mittelst eines in Viertelgrade getheilten Thermometers die Temperatur, bei der sich zuerst kleine Crystalle bilden. Nach einer durch Versuche festgestellten Tabelle kann man dann den wirklichen Salpetergehalt auffinden. Allein theils hängt das frühere oder spätere Crystallisiren sehr von der Fläche des Gefäßes ab, theils crystallisirt der Salpeter, wenn er Kochsalz und Chlorcalcium oder salpetersauren Kalk enthält, später. Wie viel Kochsalz aber in der Auflösung enthalten ist, läßt sich wieder nur einigermaaßen durch das specifische Gewicht finden, was abermals nicht stimmt, wenn andere Salze mit im Spiele sind.

Scholz in Wien meint, der Fehler der Hußischen Probe, zu wenig Salpeter anzugeben, wenn viel Kochsalz vorhanden ist, verschwinde insofern, als das Kochsalz bei'm Reinigen des Salpeters etwas Salpeter mitnehme, der also ohnehin ausfalle. Da aber dieser Salpeter aus dem Kochsalze wieder zu gewinnen ist, so würde man dem Lieferanten, wie in der vorigen Probe, nicht unbedeutenden Schaden, der wohl bis auf 3 Procent steigt, thun können.

Gay Lussac hat noch eine andere Methode zur Untersuchung angegeben, die aber für den Laien zu künstlich und dabei auch nicht sicher ist. Er mischt eine abgewogene Quantität Salpeter mit halb so viel Kohle und viermal so viel Kochsalz und glüht diese Masse, bis sie nicht mehr aufbrauf't. Der Salpeter wird dadurch in kohlensaures Kali umgewandelt, dessen Menge man durch Neutralisiren mit

Digitized by Google

einer Schwefelsäure, deren Sättigungscapacität man vorher durch Sättigen mit einer abgewogenen Menge kohlensauren Kali's erforscht hat, bestimmt. — Diese Probe ist des so unsichern Neutralisirens und des Verspritzens bei'm Aufbrausen wegen sehr mißlich; überdies entwickelt Kochsalz und Salpeter geglüht Chlor und giebt eine unbestimmbare Menge kohlensaures Natrum, was einen ebenfalls unbekannten Theil Schwefelsäure aufnimmt und das Resultat ändert. Absichtlich zugesetztes kohlensaures Natrum nimmt diese Probe ebenfalls für Salpeter.

Wir gehen nun zur weitern Reinigung des Rohsalpeters über. Man kann sie in zwei Hauptabschnitte theilen, in die Reinigung von organischen Substanzen und in die von fremden Salzen. Die verschiedenen Methoden kommen in der ersteren ziemlich überein, während sie sich zur letzteren verschiedener Mittel bedienen. Wir wollen daher die erstere für sich betrachten, um sie bei den einzelnen Methoden nicht wiederholen zu müssen.

Die bei'm Salpeter befindlichen organischen Substanzen entstehen daher, daß der Humus der Erde, welcher den Stickstoff für den Salpeter hergab, noch nicht ganz zersetzt war. Je länger die Erde auslag, desto weniger organische Substanzen enthält der Salpeter. Diese Substanzen bestehen hauptsächlich aus einem eiweißartigen und einem extractartigen Theile; — der erstere giebt dem Salpeter die scheinbare Fettigkeit, der letztere die braune Farbe. Alle bisher angewandten Reinigungs- oder Schäumungsmittel des Salpeters gehen nur auf den eiweißartigen Theil, der, wie alles Eiweiß, die Eigenschaft hat, in kaltem reinen Wasser auflöslich zu seyn, dagegen in heißem oder eine Säure oder ein Salz enthaltendem zu gerinnen. Dieser Theil gerinnt daher von selbst, wenn man eine Salpeterauflösung kocht,

Digitized by Google

zumal, wenn man etwas Essigsäure, verdünnte Schwefelsäure, oder Alaun (der durch seine Säure wirkt) zusetzt. Dieser geronnene Eiweißstoff ist aber schwer zu sammeln, und läßt man ihn in der Auflösung, so mengt er sich bei'm Kochen und Crystallisiren wieder unter den Salpeter. Man giebt daher noch mehr Eiweißstoff, theils durch wirkliches Eiweiß, theils durch Blut hinzu, das, indem es gerinnt, eine Art Netz bildet, welches alle nicht in dem Wasser wirklich aufgelöst'ten Substanzen auffammelt und nach oben trägt. Auch Leim hat eine ähnliche Wirkung; denn obwohl er in heißem Wasser ganz auflöslich ist, gerinnt er doch in einer Salpeterauflösung und bewirkt so das Schäumen. Zuviel dieser Schäumungsmittel ist schädlich, weil sie eine trübe Auflösung geben. Wie der Kalk wirkt, geben wir weiter unten an. Nach dem Schäumen gießt man gewöhnlich wiederholt kaltes Wasser hinzu; es entsteht dadurch eine Strömung des heißen Wassers von unten nach oben, weil das kalte sich nach unten senkt, wodurch der in der Flüssigkeit noch enthaltene Schaum besser nach oben getragen wird. Ist die Auflösung ganz klar geworden, so kann man das Schäumen als beendet ansehen. Wie sorgfältig man aber auch schäumen möge, selbst der geringste, nicht unmittelbar aus Pottasche und Salpetersäure dargestellte Salpeter giebt bei'm Auflösen immer noch etwas Schaum. Je unreiner der Salpeter ist, desto concentrirter muß man bei'm Schäumen die Auflösung zu erhalten suchen, damit der Unterschied ihres specifischen Gewichts gegen das des Schaumes recht bedeutend werde und dieser desto leichter nach oben steige. Man lasse dabei die Flüssigkeit nicht zum Kochen kommen, sonst steigt der Schaum über den Kesselrand.

Auf den extractartigen Stoff wirkt keine der Schäumungsmethoden; nur der Kalk scheint zu ver-

Digitized by Google

ursachen, daß er sich in Flocken sammelt. Dieser Färbestoff könnte, wie schon erwähnt, gleich anfangs ganz weggeschafft werden, wenn man in die Laugebütten eine Schicht frisch geglühte Blutkohle legte; jetzt wird er nur durch die große Masse von Mutterlauge weggeschafft, in welcher der Salpeter bei den verschiedenen Reinigungen aufgelöst wird, und eine gut geschäumte ganz klare Salpeterauflösung behält ihre weingelbe Farbe.

In Schweden war es früher Sitte, den Salpeter zu schmelzen und die organischen Substanzen dadurch zu zersetzen; dies geschieht aber nur auf Kosten des Salpeters und verunreinigt ihn mit kohlensaurem Kali, das erst wieder weggeschafft werden muß. Ueberdies kostet diese Methode viel Arbeit und Brennmaterial und erspart nur das Schäumen. Man hat auch wohl vorgeschlagen, 6 Theile frisch ausgeglühte Kohle auf 100 Theile Salpeter der Auflösung zuzusetzen, um die organische Substanz aufzunehmen; allein man muß zuviel Salpeter ausschöpfen, um die Kohle wieder wegzubekommen, und die Anbringung der Kohle bei'm Auslaugen der Erde scheint bedeutend vortheilhafter.

Die Alten wußten nicht, daß der Salpeter fremde Salze enthielte, alle ihre Reinigungsmethoden waren daher nur auf die organische Substanz gerichtet; die gewöhnlichste Procedur war, daß man den Salpeter in offenen Gefäßen schmelzte und, wenn er in Fluß kam, Schwefelstückchen darauf warf; der Schwefel entzündete sich und verbrannte die organische Substanz, die sich oben sammelte; dafür aber wurde auch ein Theil Salpeter zersetzt und schwefelsaures Kali gebildet, das mit allen Chlorverbindungen, die vorhin schon im Salpeter gewesen waren, darin blieb; der damals gebrauchte Salpeter enthielt daher mindestens 10 Procent fremder Salze.

Digitized by Google

Die alte Methode, den Salpeter auf naſſem Wege zu reinigen, iſt eben ſo fehlerhaft; man löſ'te den Salpeter auf und ſetzte Alaun zu, in der Abſicht, große Cryſtalle zu bekommen; der Alaun ſchaffte das Eiweiß fort, mengte ſich aber ſelbſt zum Salpeter. Eine andere Methode war, den Salpeter in Eſſig aufzulöſen; die alten Pulverfabrikanten glaubten, ihn dadurch entzündlicher zu machen. Noch Andere empfahlen, den Salpeter in einer Auflöſung von 2 Theilen ätzendem Kalk, 2 Kochſalz, 1 Grünſpan, 1 Kupfervitriol und 1 Salmiak in Waſſer zu kochen, und ihn dann herauscryſtalliſiren zu laſſen. Später führte man die Reinigung mit Kalk ein, die auch jetzt noch an einigen Orten Sitte iſt. Der Salpeter wird in Kalkwaſſer aufgelöſ't und darin gekocht, worauf man ihn herauscryſtalliſiren läßt. Man glaubte, der Kalk zerſetze die Chlorverbindungen nicht, ſondern reinige den Salpeter bloß davon. Um ſich von dem, was bei dieſer Reinigung vorgeht, näher zu überzeugen, unterſuchte Herr Meyer ſie ganz genau, und es ergab ſich, daß das Kalkwaſſer die Abſcheidung der Salze nicht begünſtige, ſondern, daß nur dadurch, daß ſich an der Oberfläche der Flüſſigkeit immerwährend dünne Häutchen von kohlenſaurem Kalk erzeugen, der gerinnende Eiweißſtoff ſich beſſer von der Flüſſigkeit abſondere und als Schaum abgenommen werden könne. Dafür zeigte aber der Salpeter, der vorher chemiſch rein geweſen war, nach dem Ausſcheiden aus der Flüſſigkeit, obwohl er durch Rühren zu Mehl gebrochen und zweimal ausgewaſchen worden war, noch Spuren von Kalk. Bei längerem Stehen der Auflöſung würde die Verunreinigung noch größer werden, weil ſich dann kohlenſaurer Kalk bildet, der durch die andern vorhandenen Salze zerſetzt wird. Dieſe Methode iſt daher nicht zu empfehlen.

Digitized by Google

Die älteste Läuterungsart, welche die fremden Salze abzuscheiden beabsichtigte, war die doppelte Crystallisation. Man löst'e dabei den Salpeter in $\frac{1}{5}$ seines Gewichts kochenden Wassers, schäumte mit Leim, gab kaltes Wasser zu (s. oben), schäumte wieder, wiederholte diese Procedur viermal, ließ dann die Auflösung schnell erkalten, goß nach einigen Stunden den obern Theil der Flüssigkeit von den niedergeschlagenen Chlorverbindungen ab und ließ sie crystallisiren. Die gewonnenen Crystalle, die noch Kochsalz enthielten, löst'e man in $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts Wasser auf und behandelte die Operation wie die vorige; man ließ dann die gebildeten Crystalle, die in einem sogenannten Brote zusammenhingen, abtropfen und an einem luftigen Orte trocknen, wozu mehrere Monate, ja selbst Jahre, gehörten. Das Unöconomische dieses Verfahrens wird sich weiter unten von selbst ergeben. — Diesen Salpeter mußte man vor dem Gebrauche noch kleinen. Eine andere von Beaumé 1780 vorgeschlagene und von Carny im Großen angewandte Methode, welche, dem Principe nach, der Anwendung des kalten Wassers, schon den allerältesten Feuerwerkern bekannt war, ist folgende: Man zerschlägt den Salpeter, oder besser pulvert ihn, und schüttet 600 Pfund in Kufen, die, da der französische Rohsalpeter etwa 15 Procent Kochsalz enthält, aus 90 Pfund Kochsalz und 510 Pfund Salpeter bestehen; darauf gießt man 120 Pfund möglichst kaltes Wasser, welches man 6 bis 7 Stunden stehen läßt und zuweilen umrührt; es nimmt, da 100 kaltes Wasser 35 Kochsalz und 20 Theile Salpeter, kochsalzhaltiges außerdem noch $\frac{1}{4}$ des Kochsalzgehaltes lösen, etwa 42 Pfund Kochsalz und 31 Pfund Salpeter auf. Man gießt es ab und giebt 60 Pfund neues kaltes Wasser auf, rührt es um und läßt es eine Stunde stehen: dies nimmt 21 Pfund Kochsalz und 16 Pfund Salpeter auf; dann gießt man es ab und

Digitized by Google

neue 30 Pfund Wasser auf, die 10 Pfund Kochsalz und 8 Pfund Salpeter auflösen. Nun lös't man, nachdem dies abgelaufen, den Salpeter, der nur noch aus 455 Pfund Salpeter und 26 Pfund Kochsalz besteht, in 300 Pfund Wasser im Kochen auf. Man bringt dann den aufgelös'ten Salpeter in kupferne Crystallisationsgefäße, die 12 Fuß lang, 8 Fuß breit und nach allen Seiten abschüssig sind. Man rührt die heiße Flüssigkeit in den vorher schwach geheizten Gefäßen bis zum völligen Erkalten, entweder mittelst hölzerner, fein durchlöcherter Krücken, oder breiter, um eine Achse drehbarer Rührhölzer, bis sie zur mittlern Temperatur herabgesunken ist, wo dann etwa 400 Pfund reiner Salpeter, also 80 Procent, in sehr feinen Crystallen, die mehlartig aussehen, niederfallen und 55 Pfund Salpeter nebst 26 Pfund Kochsalz in der Auflösung bleiben; die niederfallenden Crystalle zieht man gleich an den Rand des Gefäßes, wo sie abtropfen; dann werden sie in die in Fig. 4 und 5 abgebildeten Waschgefäße gebracht, die 7,5 Fuß lang, oben 3 Fuß, unten 1,5 Fuß breit und 2 Fuß tief sind. Man häuft die Crystalle bis über den Rand auf, schließt die Löcher des Bodens, gießt erst gesättigte Salpeterauflösung auf, läßt diese 2 bis 3 Stunden stehen und dann ablaufen; dann gießt man kaltes Wasser darüber, um den Salpeter von anhängender Mutterlauge zu reinigen, was abermals so lange stehen bleibt, bis es sich gesättigt zeigt, und wiederholt dies dann noch einmal. Die ersten Waschwasser werden mit zum nächsten Rohsalpeter gebracht, das letzte zum ersten Waschwasser der nächsten Crystalle angewandt. Man läßt den Salpeter 5 bis 6 Tage in den Kasten und trocknet ihn dann auf einer durch Dampf geheizten Kupferschale, auf welcher er 2 Zoll hoch gelegt wird, während 4 Stunden, wobei man ihn immerwährend umrührt. Man

Digitized by Google

darf im Anfange die Temperatur der Schale nur sehr langsam steigen lassen, weil wasserhaltiger feiner Salpeter sehr leicht schmilzt. Sobald er getrocknet ist, was man daran erkennt, daß er nicht mehr an den Rührhölzern hängen bleibt, wird er durch ein Sieb getrieben, und kann sogleich ohne weitere Kleinung verwandt werden. — Diese Methode giebt einen reinen und gleich gekleinten Salpeter, welches letztere in der französischen Revolution, wo man die zur Pulverfabrication nöthige Zeit möglichst zu verkürzen suchen mußte, von großer Wichtigkeit war; sie giebt nur 5 Procent Verlust an reinem Salpeter, der auch leicht wieder zu gewinnen ist; aber sie hat allerdings den Uebelstand, daß das Waschen und Umrühren viel Arbeit kostet, und daß man ziemlich viel Wasser versieden muß, um den Salpeterabgang wieder zu gewinnen. Der Abgang verringert sich bedeutend, wenn man zur ersten Abwaschung gesättigte Salpeterauflösung oder die letzten Waschwasser einer vorhergehenden Reinigung nimmt. Die Arbeit würde sich, wie das Waschwasser, bedeutend verringern, wenn man den Salpeter mit der ganzen Menge möglichst kalten Wassers in um ihre Achse beweglichen Tonnen, durch ein Wasserwerk ꝛc., einige Zeit umdrehen und dann das Wasser ablaufen ließe; die Temperatur sinkt dabei in dem Maaße, daß sich nur wenig Salpeter auflös't. Dieses Wasser kann man dann wieder benutzen, um aus dem bei'm Sieden der Lauge fallenden Kochsalze den Salpeter auszuziehen (s. oben).

Diese Beaumésche Methode würde mit den angedeuteten Modificationen, zumal wenn der Rohsalpeter gleich in feinen Nadeln dargestellt wird, sehr entschiedene Vortheile in Bezug auf Oeconomie gewähren und das Kochsalz viel reiner und sicherer abscheiden, als die so kostbaren und große Localitäten

Digitized by Google

erfordernden warmen Methoden. Bei Rohsalpeter der sehr viel zerfließliche Salze hat, könnte man sich der bei'm Seesalz üblichen Methode als Vorbereitung bedienen, daß man die Wasserdämpfe der Siedepfannen darüber hinstreichen ließe, wo sich dann die zerfließlichen Salze von selbst abscheiden. Sie ist aber auch schon so in Bezug auf Kosten und Zeitaufwand weit vortheilhafter, als die ältere Läuterungsart. Jetzt bedient man sich in Frankreich einer andern Methode, die, wie es uns scheint, unökonomisch angeordnet ist. Wir werden sie erst beschreiben und dann genauer beleuchten. Man füllt des Abends einen conischen Kessel, der oben ½ Fuß weiter ist, als unten, mit 600 Kilogramm Brunnenwasser und 1200 Kilogramm Rohsalpeter, den man vorher mit einer gesättigten Auflösung von Salpeter gewaschen hat. Man erwärmt gelinde, wodurch sich der Salpeter die Nacht hindurch auflöst. Des Morgens vermehrt man das Feuer und setzt in mehreren Zwischenräumen noch 1800 (in der neuern Zeit noch 380 Kilogramm) Salpeter hinzu. Ein Theil fällt unaufgelöst nieder, den die französischen Sieder für Kochsalz halten; um das Kochsalz, das durch heißes Wasser in größerer Menge aufgelöst wird, als durch kaltes, weiter zu fällen, gießt man zu wiederholten Malen kaltes Wasser zu, bis im Ganzen 1000 Kilogramm Wasser angewandt sind. Bei jedem Zuthun des kalten Wassers fällt ein Salz nieder, das man abermals für Kochsalz hält und mit Kellen aus dem Kessel schafft. Man schäumt nun dreimal mit Leim, um die organischen Substanzen fortzuschaffen, läßt dann die Temperatur bis 70° R. sinken, wo sich wieder ein Salz absetzt, und nachdem man auf diese Weise die Nacht über die Auflösung in einer Temperatur erhalten, bei der ein Kochen, was sie durcheinander rühren würde, unmöglich ist, wird sie am Morgen in die

Digitized by Google

Crystallisationsgefäße geschöpft, die bis 40° erhitzt sind. Man nimmt dabei nur die obern $\frac{2}{3}$ der Auflösung und hütet sich, den untern Theil, den man für reich an Kochsalz hält, aufzurühren. Man läßt diese Auflösung erkalten, wobei sich etwa 1760 Salpeter und eine nicht unbedeutende Quantität Kochsalz niederschlägt, die durch dreimaliges Auswaschen wieder entfernt werden muß, wobei auch nahe an 10 Procent Salpeter wieder aufgelöst werden. Die übrige Behandlung der Auflösung, um sie zu kleinen Nadeln absetzen zu lassen, und die Abwaschungen sind wie bei der oben beschriebenen Beaumé'schen Methode. — Man erhält auf diese Weise, nach Angabe von Botté und Riffault, von 3000 Kilogramm Rohsalpeter, der 5 Procent Kochsalz enthält, 60 Procent reinen Salpeter, hat also einen Verlust von 25 Procent reinen Salpeter, der erst wieder aus der Mutterlauge gewonnen werden muß, was allerdings viel ist, und diese Methode, die obenein sehr viel Brennmaterial und nicht wenig Arbeit kostet, sehr theuer macht. Man ist aber doch in Frankreich damit zufrieden, weil man dazu immer noch viel weniger Zeit braucht, als zu den früheren Methoden.

Der ganze Fehler dieser Operation ist in der Voraussetzung zu suchen, daß 100 Theile Wasser bis zu 500 Theilen Salpeter auflösen können, was vollkommen unrichtig ist, wie wir schon zeigten, und ferner in dem falschen Begriffe der Wirkung des kalten Wassers. Wir wollen Rechnung an den Proceß legen, und es wird sich leicht zeigen, wie der große Ausfall eben nur aus obigen Gründen entsteht. Wir nehmen an, es lösen sich in 100 Theilen Wasser von 10° R., was wir als mittlere Temperatur voraussetzen, 25 Theile Salpeter und 35 Theile Kochsalz, indem wir wieder voraussetzen, kochsalzhaltiges Wasser löse $\frac{1}{7}$ des Kochsalzgehaltes mehr Salpeter auf,

als reines; in eben so viel siedendem Wasser (nicht von 80° R., sondern 94°) lösen sich 313 Theile Salpeter und 40 Kochsalz. Der Salpeter enthalte 45 Procent Kochsalz. Löst man daher 3000 Theile Rohsalpeter, die, nach unserer Annahme, 2550 Theile reinen Salpeter und 450 Theile Kochsalz enthalten werden, in 600 Theilen Wasser auf, wie oben geschieht (nämlich am Morgen), so können selbst, wenn nichts vom Wasser dabei verdampfte, nur aufgelöst werden 1834 Theile Salpeter und 240 Theile Kochsalz, und es lägen am Boden 716 Theile Salpeter und 210 Theile Kochsalz, die gemeinschaftlich als Kochsalz fortgeschafft werden. Gießt man später dazu kaltes Wasser, so fallen auf einen Theil Kochsalz mindestens 50 Theile Salpeter nieder, und da man dies sowohl, als das im Anfange niederfallende alles für Kochsalz hält und es möglichst wegzuschaffen sucht, so muß ein großer Theil Salpeter als Kochsalz herausgedrückt werden. Wie groß dieser Antheil ist, läßt sich überschlagen, wenn man annimmt, es dampfte von der ganzen Wassermenge $\frac{1}{5}$ ein, es blieben 800 Theile Wasser; wenn diese erkalten, behalten sie 160 Theile Salpeter zurück, und geben nach dem kalten Auswaschen nur 1600 Theile, und wenn wir 10 Procent Abgang an Salpeter bei'm Waschen rechnen, so enthalten sie nur 1760 Theile Salpeter, es fehlen also 620 Theile Salpeter von den in den Kessel gebrachten 2550. Diese Reinigungsmethode schafft daher mit 100 Kochsalz immer 138 Salpeter zugleich fort.

Der verewigte Hauptmann Meyer schlägt deshalb folgende, viel Zeit und Arbeit sparende und auch in Bezug auf das Ausbringen, wie es scheint, vortheilhaftere Methode für allen Salpeter, der mehr als 11 Procent Kochsalz hat, vor, wobei er, um irgend einen bestimmten Fall zu wählen, die obigen Annahmen auch hier festhält. Man behandle 3000

Digitized by Google

Theile Salpeter auf einmal bei langsam steigender Temperatur mit 1000 Wasser, so werden sich der sämmtliche Salpeter und 400 Theile Kochsalz auflösen; 50 Theile Kochsalz bleiben liegen und können herausgeschafft werden. Man kann nun das Wasser bis auf 850 Theile verdampfen, ehe sich Salpeter ausscheidet; verdampft man es aber nur bis auf 900 Theile, um sicherer zu gehen, so fallen noch 40 Theile Kochsalz nieder, die man wegschafft; läßt man nun die ganze Flüssigkeit in die Crystallisationsgefäße ablaufen und giebt während des Umrührens und Crystallisirens, wo immer noch eine große Menge Wasser verdampft, so viel Wasser von irgendwelcher Temperatur zu, daß theils diese 900 Theile immer vollständig erhalten werden, theils auch noch außerdem der Unterschied der Auflöslichkeit des Kochsalzes im heißen (40) und im kalten Wasser (35 Theile) gedeckt wird (wozu also, da noch 320 Theile Kochsalz aufgelöst sind, wovon sich beim Erkalten $\frac{320}{40} \cdot 5 = 40$ Theile niederschlagen werden, 120 Theile Wasser gehören), so fällt gar kein Kochsalz, aber 2346 Theile reiner Salpeter nieder, (mithin 78,2 Procent). Das Wasser enthält dann alles Kochsalz und 201 Theile Salpeter (d. h. 6,8 Procent des Rohsalpeters). Nähme man aber diese Operation nur im Winter vor, wo man die Auflösung bis 0° erkalten lassen kann, bei welcher Temperatur 100 Theile Wasser nur 13 Theile Salpeter zurückhalten, so bekäme man eine Ausbeute von 2407 Theilen Salpeter, also nur einen Abgang von 132,0 Theilen, oder 4,4 Procent des angewandten Rohsalpeters. Der auf diese Weise gewonnene Salpeter würde nur Einmal mit gesättigter Salpeterauflösung zu waschen seyn, die man, da nur etwas Kochsalz von der Mutterlauge anhängen kann, vielleicht zum Waschen von mehreren Salpetermengen brauchen könnte, bis

sie selbst mit Kochsalz gesättigt wären. Man thut sie dann zu den Mutterlaugen und scheidet aus ihnen gemeinschaftlich den Salpeter, was nach den obigen Angaben leicht mit Vortheil geschehen wird.

Meyer hält das Zugießen von reinem Wasser während des Abkühlens der Auflösung bei Reinigung von Salpeter, der mehr als 11 Procent Kochsalz enthält, für eine wesentliche Verbesserung, da nun das Kochsalz aufgelöst gehalten wird und das Abwaschen mit kaltem Wasser, was viel Zeit und Abgang kostet, fast wegfällt. Bei einem Salpeter, der mehr als 11,6 Procent Kochsalz enthält, muß sich nämlich bei'm Erkalten der Auflösung von 300 Theilen Rohsalpeter in 100 Theilen Wasser, selbst wenn man diese durch Zutröpfeln vollständig erhält, immer Kochsalz mit niederschlagen, da 100 Theile kaltes Wasser nur 3 • 11,6 = 35 Kochsalz aufgelöst enthalten können, während sie heiß 40 aufgelöst halten; es muß daher immer so viel Wasser zugegossen werden, daß das über 35 Theile im heißen Wasser befindliche Kochsalz aufgelöst bleibe; das Sicherste ist dabei anzunehmen, das Wasser sey mit Kochsalz gesättigt, es würde dann 5 Theile fallen lassen, man muß mithin 14 Theile Wasser zugießen. Bei einem Salpeter, der weniger als 11 Procent Kochsalz enthält, hat die Reinigung noch geringere Schwierigkeit, man löst ihn dann im Drittel heißen Wassers auf und läßt ihn crystallisiren; es bleiben bei der gewöhnlichen Temperatur 6,6 Procent Salpeter, nebst allem Kochsalz und für jede 7 Procent Kochsalz noch 1 Procent Salpeter in der Mutterlauge, die man abdampft und den Rückstand mit so viel kaltem Wasser begießt, als nöthig ist, das Kochsalz herauszunehmen; das Wasser löst dann ein Salzgemenge auf, das ungefähr auf 5 Theile Kochsalz 3 Theile Salpeter enthält; der übrige Salpeter bleibt rein zurück.

Digitized by Google

Man wendet in Frankreich jetzt eine eigene Probe für den fertigen Salpeter an. Man reagirt nämlich auf Chlor, nimmt an, es sey an Natrum gebunden und fordert, daß nicht mehr als $\frac{1}{3000}$ Kochsalz, etwa auf 100 Pfund 1 Loth, im Salpeter enthalten sey, welches die vom Reglement zugelassene Menge für den raffinirten Salpeter ist. Man macht die Probe mit 10 Gramm Salpeter, in dem also höchstens 0,0033 Gramm Kochsalz seyn dürfen und verfertigt eine Probeflüssigkeit, worin 0,00967 Gramm salpetersaures Silber auf ein Gramm Wasser kommen. Man lös't die 10 Gramm Salpeter in kaltem Wasser auf und gießt ein Gramm Silberauflösung dazu; die 0,00967 Gramm salpetersaures Silber, welches diese enthalten, reichen gerade hin, um das in 0,0033 Gramm Kochsalz enthaltene Chlor niederzuschlagen. Sobald die beiden Flüssigkeiten zusammengegossen sind, filtrirt man und theilt das Durchgelaufene in zwei Hälften; die eine versetzt man mit Kochsalz, die andere mit Silberauflösung; reagirt die erstere, so war weniger Kochsalz im Salpeter, als $\frac{1}{3000}$, reagirt die letztere, so war mehr darin. — Diese Probe ist subtil und schwer auszuführen, da sich die Flüssigkeit nach dem ersten Zugießen der Silberauflösung schwer schnell klar filtriren läßt, und wenn man damit zögert, um das Chlorsilber sich erst absetzen zu lassen, sich das etwa überflüssige salpetersaure Silber, was der zweiten Reaction wegen noch darin bleiben muß, durch das Licht zersetzt und nicht mehr auf das zugesetzte Kochsalz reagirt.

In England wird nur ostindischer, schon einmal geläuterter Salpeter angewendet, der, wie wir sagten, sehr wenige Beimengungen hat (man rechnet im Maximum auf 5 Procent, wobei 1 Procent Feuchtigkeit), und bei dem daher ein nochmaliges

Digitized by Google

Auflösen und Crystallisiren in kleinen Nadeln genügt. In dieser Gestalt nimmt er aber vielen Raum ein, was für Seeversendungen unangenehm ist; man schmilzt ihn daher in gußeisernen Kesseln und gießt ihn alsdann in Brode, auf die, so lange sie noch warm sind, als Garantie der Reinheit der Fabrikstempel abgedrückt wird. Um ein Merkmal zu haben, daß die Temperatur nicht zu hoch steige und den Salpeter zersetzt, wirft man ein Stück Brod auf den schmelzenden Salpeter, das nicht anbrennen darf, was bei etwa 250° R. geschieht. Es ist auch ohne dies Zeichen ein Zersetzen des Salpeters nicht leicht zu fürchten, da es erst bei'm Rothglühen des Kessels geschehen würde, wozu 200° R. über dem Schmelzpuncte des Salpeters gehören; doch darf man nicht über offenem Feuer schmelzen, weil sonst Kohlen hineinfallen würden, die einen Theil des Salpeters in kohlensaures Kali umwandelten; ebenso kann ein von organischer Substanz noch verunreinigter Salpeter nicht ohne theilweise Zersetzung geschmolzen werden. Der geschmolzene Salpeter hält sich trockner, als mehlartiger, aber er muß bei der Anwendung erst wieder gekleint werden. In Oesterreich schmilzt man ihn ebenfalls, aber nur in Ziegeln zu 25 Pfund. Die Temperatur wird dort auf 280° R. gehalten.

Man hat vielfach versucht, den Salpeter in seiner Wirksamkeit durch eine eigenthümliche Behandlung zu verstärken. Es sind aus den Zeiten der chemischen Dunkelheit uns viele Vorschriften der Art aufbewahrt worden; keine aber von allen dürfte sich bewähren, weshalb wir sie ganz übergehen.

2. Die Kohle.

In der neuen Pulverbereitung spielt die Kohle eine Hauptrolle, indem man ihren Eigenthümlichkeiten einen fast größern Einfluß auf die Wirkung

des Pulvers beimißt, als dem Mischungsverhältnisse selbst. Aus diesem Grunde stellt man jetzt, besonders in England, bei den Verkohlungsöfen die intelligentesten Arbeiter an und wählt das Kochsalz und behandelt es vor dem Verkohlen mit der größten Sorgfalt. Die ältesten Feuerwerker, z. B., Boillot 1605, sprechen zwar schon von dem wichtigen Einflusse der Kohle; doch zu Ende des vorigen Jahrhunderts stellten ihn Beaumé und Andere ganz in Abrede, und erst Proust's und Cossigny's Untersuchungen zeigten die wichtigen Unterschiede der Kohle, je nachdem sie aus anderen Stoffen dargestellt worden. In der neuesten Zeit trat aber der Einfluß des Grades der Verkohlung, dem man sie unterworfen, noch viel bedeutender hervor, als der des Grundstoffs. Man glaubte früher, daß die Beimischung des Schwefels die großen Verschiedenheiten der Kohle genügend ausgleichen, und daß man, z. B., auch eine harte feste Kohle zur Pulverfabrication mit Vortheil anwenden könne, wenn man 1 Procent mehr Schwefel zugebe; doch wird die weiter unten folgende wissenschaftliche Erklärung der Mischungsverhältnisse zeigen, daß dem wohl nicht füglich so seyn könne.

Die Hölzer, woraus die Kohlen für die Feuerwerkerei bereitet werden, bestehen ihrer mechanischen Zusammensetzung nach aus der Holzfaser, aus einer Art häutiger Gefäße (Spiralgefäße), die zwischen den Fasern liegen und den Saft leiten, und aus dem Pflanzensafte selbst, der vegetabilisches Eiweiß, einen extractartigen Stoff und mehrere pflanzensaure, besonders essigsaure, Salze in Wasser aufgelöst enthält. Der eigentlich brauchbare Theil des Holzes zur Pulverkohle ist nur die Faser; könnte man die übrigen Substanzen ganz daraus fortschaffen, so würde die Kohle unendlich gewinnen, da die Kohle dieser Substanzen nicht leicht entzündlich und überdies reich an

Digitized by Google

Salzen, besonders an kohlensaurem Kali, ist, das sich bei der Verbrennung der pflanzensauren Kalisalze bildet und der Kohle hygroscopische Eigenschaften mittheilt. Je mehr die Säfte durch Auslaugen vor dem Verkohlen herausgezogen werden, desto weniger Rückstand läßt die Kohle bei'm Einäschern, und desto leichter entzündlich ist sie.

Guter Flachs, der, wenn er gehörig geröstet und entschält worden, fast nur aus Fasern besteht, giebt daher auch, nach Prouſt, die beste Pulverkohle, wobei man den öconomischen Vortheil hat, das beschwerliche Vorbereiten des Holzes, so wie auch das Kleinen der Kohle zu ersparen; doch zeigt andererseits sich dabei der Uebelstand, daß die sehr feinen spitzigen Fasern derselben bei der Kleinung umherfliegen und den Arbeitern Brustschmerzen erregen. — Ist ferner der Flachs nicht sehr gut entschält, so bildet die Rinde bei'm Verkohlen einen Ueberzug von Glanzruß über der Faserkohle und macht sie schwer verbrennlich. Dennoch bereitet man in dem sonst berühmten Dorfe von Toboso noch jetzt sehr viel solche Kohle, und in Spanien und Italien bedient man sich ihrer überhaupt noch immer fast ausschließlich. Man trägt dort den trocknen Flachs in Gruben ein und zündet ihn an; wenn die Flamme durchkommt, legt man eine neue Schicht auf und fährt so fort, bis die Grube voll ist, befeuchtet dann, um die Verbrennung zu hemmen, die obere Schicht, wirft die Kohle heraus und zerreibt sie in einem Siebe. Es scheint, als hielte sich mit dieser Kohle bereitetes Pulver nicht so gut, als gewöhnliches; in den italienischen Pulvermühlen wirft man ihm vor, es setzte sehr vielen Staub ab. — Es scheint, als könne man die Leinwandkohle, die ja eben nichts weiter als Flachskohle ist, mit ganz gleichem Erfolge und ohne die genannten Beschwerden brauchen; der daraus bereitete Zun-

Digitized by Google

der zeigt den außerordentlich hohen Grad von Entzündlichkeit, den sie vor allen andern Kohlen voraus hat. Sie würde daher, in kleinen Quantitäten dem Jagdpulver zugemengt, vielleicht ein außerordentlich gut zusammenbrennendes Pulver geben. Dies wußten die Alten schon, welche ihre beste Pulverkohle aus Tischlinnen bereiteten. Diese Art Kohle giebt dem Pulver eine größere Dichtigkeit (0,869 : 0,847) und größere Wurfweiten (288 : 253), als die Faulbaumkohle, wie die Versuche in Essonne gezeigt; dagegen soll, nach andern in Deutschland angestellten Versuchen, Pulver mit Leinwandkohle zu locker bleiben, was vielleicht bloß an dem angewandten Mengungs-Verfahren liegen mag. Papierkohle glimmt schlechter als Zunder, da sie Alaun und schwer verbrennliche Leimkohle enthält. — Stroh und andere Gräser und Halme geben eine harte, viel kieselerdehaltige Kohle, die daher nicht hinreichend entzündlich ist; dagegen lassen, nach englischer Erfahrung, die Bohnenstängel eine Kohle, die fast eben so gut ist, als die des Flachses. Man sieht aus allen diesen Erscheinnngen, daß eben nur die vegetabilische Faser im Stande ist, eine leicht entzündliche Pulverkohle zu geben, und daß man darnach streben müsse, im Kohlholze sie möglichst von den übrigen Substanzen zu befreien, deren Kohle weniger spießig, mehr kugelig, leichter schmelzbar, dichter, und daher in jeder Beziehung weniger entzündlich ist, als die der Faser.

Da besonders die Pflanzensäfte, wie wir erwähnten, eine der Kohle sehr nachtheilige Beimengung, nämlich das zerfließliche kohlensaure Kali, geben, so muß man von vorn herein diese möglichst unschädlich zu machen suchen. Man schneidet das Kohlholz deshalb nur, wenn die Bäume im vollen Safte stehen, wo die Pflanzensäfte sehr wässerig und arm an Salzen sind und sich größtentheils nach den

Extremitäten, in welchen sich das Leben des Baumes und sein Wachsthum entwickelt, also nach den äußersten Zweigen und dem Laube hinziehen; diese dürfen deshalb, und auch, weil ihre Faser noch gar zu wenig ausgebildet ist, nicht mit verkohlt werden, eben so wenig die Rinde und das Mark, die starke Saftleiter sind und fast keine Faser enthalten; harte Hölzer, die eine starre, krumme, verworrene Faser haben, geben eine schwer brennbare und schwer zerreibliche Kohle; fast eben so verhält sich auch das weiße, geradfaserige Holz, wenn es alt wird. — So warf bei einem Versuche in Schweden ein Pulver, mit Kohle aus jungem Erlenholz bereitet, mit dem Probemortier um ¼ der gewöhnlichen Wurfweite des aus altem Eichenholz dargestellten, weiter. Es ist nach diesen Vorausschickungen leicht verständlich, warum man nun das Kohlholz am liebsten im Frühjahr schlägt, nur weiches Holz und davon wieder nur die 1 bis 2 Zoll starken Zweige wählt, die Rinde abschlägt, das Laub wegwirft und die groben Zweige spaltet, um so das saftreiche Mark zu entblößen und durch das Feuer zu zerstören. — Je mehr man die Faser des Holzes auch nach dem Schlagen noch von den übrigen Bestandtheilen befreien kann, desto besser (d. h. entzündlicher und aschenfreier) wird, wie gesagt, die Kohle. In England setzt man zu diesem Zwecke das abgeschälte Holz, in Haufen aufgestapelt, 10 bis 12 Jahre der Witterung aus, um durch den Regen die Säfte auszuspülen und durch Einwirkung von Luft und Sonne die Spiralgefäße zerstören zu lassen. Die Faser, die für das Holz das, was dem Thierkörper das Knochengerüst ist, widersteht, wie dieses, sehr lange der Zersetzung durch Fäulniß. Es lösen sich bei solchem, lange der Atmosphäre preisgegebenen Holze die übrigen Bestandtheile heraus, die Farbe wird immer grauer und zuletzt bleibt nichts

Digitized by Google

als die locker aneinander hängenden Faſern übrig, indem durch das allmälige Aufreißen des Holzes ſich die zerſtörende Wirkung der Atmoſphäre bis in's Innere fortpflanzt und auch das Mark erfaßt und zerſtört. Dieſes Vorbereitungsmittel iſt daher ſehr ſicher, allein es hat auch manche Uebelſtände: es iſt einmal ſehr zeitraubend, man bedarf bei großen Anſtalten bedeutender Räume und Anlagscapitalien, eine Feuersbrunſt kann den mehrjährigen Vorrath aufzehren und ferner, was eben ſo übel iſt; man kann es auch nicht verhindern, daß ſehr viel Sand und andere Unreinigkeiten auf das Holz geweht werden.

Da es wünſchenswerth war, durch bequemere Methoden dieſelbe Wirkung hervorzubringen, ſo nahm Meyer deshalb mehrere Verſuche vor. Die einfachſte Methode dürfte, wie es ſchien, ſeyn, das Kohlholz zu dampfen, ganz in der Weiſe, wie es mit den Hölzern zum Schiffbaue geſchieht. Das Holz wird dabei in eiſernen Cylindern längere Zeit dem durchſtrömenden heißen Waſſerdampfe ausgeſetzt, der alle Säfte auszieht; doch kann er die Saftleiter wohl nicht zerſtören. Dies gelingt beſſer mit Chlor, und dieſe Subſtanz, die bei'm Bleichen die Verrichtungen der Atmoſphäre mit ſo vielem Glücke übernimmt, würde hier auch vielleicht in wenigen Tagen erzwingen, wozu jene Jahre bedarf. Das Holz müßte vor dem Dampfen oder Auskochen noch geſpalten werden, um die Einwirkung noch zu erleichtern; die dickern Enden müſſen der Eintrittsöffnung des Dampfes zugelegt werden. Wenn man mit dem Dampfe allein ausreichte, ſo wäre es ſogar leicht möglich, das Verkohlen unmittelbar auf das Dampfen und in denſelben Gefäßen vornehmen zu laſſen. Durch das bloße Auskochen erreicht man auch ſchon eine ziemlich ſtarke Verminderung des Aſchenrückſtandes, da der Saft den größern Theil der Aſche liefert, welche

Digitized by Google

die Holzkohle überhaupt läßt. So giebt frisches Haselnußlaub Asche, woraus man 26 Procent des Laubgewichts in Wasser lösliche Salze erhält; nach starkem wiederholten Auskochen des Laubes giebt es aber nur 20 Procent.

Proust glaubte gefunden zu haben, daß eine vollkommen aschenfreie Kohle schlechter brenne, als die etwas Asche enthaltende. Seine Resultate sind aber insofern nicht beweisend, als er die von ihm angewandte aschenfreie Kohle aus Oel gewonnen hatte, diese daher nicht faserig, sondern kugelig, deshalb schon weniger entzündlich und vielleicht ferner noch zu stark geglüht und von allem Wasserstoff befreit war, wodurch man jede Kohle schwer entzündlich machen kann, was man damals noch nicht wußte. —

Ein Verkohlen des Holzes durch kalte concentrirte Schwefelsäure giebt allerdings ein starkes Ausbringen, weil bei ihrer Einwirkung fast gar kein Kohlenstoff absorbirt wird; auch würde diese Methode überdies wohlfeil seyn, und man hätte den Vortheil, kohlensaures Kali in der Kohle und der Asche zu erhalten; allein die so gewonnene Kohle scheint zu wasserstoffleer, indem die Schwefelsäure vermöge ihrer Verwandtschaft zum Wasser dem Holze fast allen Wasserstoff und Sauerstoff entzieht und zu Wasser umbildet, und deshalb ist sie auch wohl schwer entzündlich und zerreiblich und dabei kaum von der Schwefelsäure zu befreien. Das specifische Gewicht der Kohle ist neben dem Grade der Verkohlung, den man angewandt, in gewissem Grade abhängig von der Dichtigkeit der Holzfaser selbst und der Innigkeit ihres Gewebes, was beides bei verschiedenen Holzsorten verschieden ist.

Das specifische Gewicht der Kohle ist aber auf ihre Wirksamkeit im Pulver und den Feuerwerks-

sätzen von hoher Wichtigkeit, weil es das Volumen und die Flächengröße eines bestimmten absoluten Gewichts Kohle bedingt. Aus dieser Eigenschaft und der eigenthümlichen Entzündlichkeit der Kohlenpartikel, die wieder durch ihre Form und den Wasserstoffgehalt bedingt zu werden scheint, geht daher die verschiedene Wirkung verschiedener Kohlen hervor. Im Allgemeinen scheint die Kohle in dem Maaße an Entzündlichkeit abzunehmen, als sie ein größeres specifisches Gewicht hat. Doch ist, nach Cossigny's Untersuchungen, die leichteste Kohle auch nicht immer die beste. Sehr leichte Kohlen können schwer zerreiblich und verbrennlich seyn, welches letztere wieder an der Form der kleinsten Theile liegen mag. Leichte Kohlen sind dabei immer hygroscopischer, als schwere, weil diese Eigenschaft von der Flächengröße abhängt. — Unrichtig ist es übrigens, wenn die Lehrbücher angeben, die leichtesten Hölzer geben auch immer die leichtesten Kohlen.

Die Praxis hat in den einzelnen Ländern sich für verschiedene Holzarten erklärt. Die harzigen Hölzer sind von der Wahl ganz ausgeschlossen, weil das Harz eine pulverige, schlecht brennende Kohle giebt, wie dies Cossigny auch in besonderen Versuchen dargethan; nur die Fichte scheint, nach Proust, brauchbar. Die Alten nahmen Haselnuß und Weide, im Nothfalle Linden und Wachholder. In England nimmt man jetzt am liebsten das Holz der schwarzen Korneliuskirsche und der Erle. Letztere ist auch in Schweden gebräuchlich. In den meisten Pulvermühlen wird Faulbaumholz gewählt, und wenn in Frankreich neben ihm Pappel-, Linden- und Spindelbaumholz angewandt wird, so nimmt man zu den feineren Sorten doch bloß Faulbaum; die Regierung hat das ausschließliche Recht, alles Holz dieser Gattung zu kaufen, und zwar zu bestimmten Preisen.

Digitized by Google

In Spanien wendet man neben Flachsschäben auch Oleander, Taxus, Weiden und Weinreben an. Viele Privatwerke in England nehmen Haselnuß, Holunder und Weide und halten sie für gleich gut mit Faulbaum. Nach Letort giebt auch ächtes und wildes Kastanien- und Lindenholz gleich gute Kohle, als dieses. Champy soll auch Eichenkohle mit Glück versucht haben.

Bei der Operation des Verkohlens wird die chemische Zusammensetzung des Holzes wichtig. Es besteht das Holz außer den Salzen und Erden aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Im Durchschnitte enthalten die Hölzer im lufttrocknen Zustande:

38 Kohlenstoff,
32 Sauerstoff,
4 Wasserstoff, } würden 36 Wasser geben,
1 Salze und Erde,
25 durch scharfes Trocknen zu entfernendes Wasser. Ist das Holz frisch gefällt, so kann das durch Trocknen wegzuschaffende Wasser bis auf 40 Procent steigen. Man muß daher, wenn man das Kohlholz von Lieferanten kauft, durch Trocknen einer Probe den Wassergehalt bestimmen.

Völlig ausgetrocknetes Holz enthält danach:

50,67 Kohlenstoff,
42,67 Sauerstoff,
5,33 Wasserstoff, } würden 48 Wasser geben,
1,33 Salze und Erde,

100,00.

Das Holz, wie es gewöhnlich zum Verkohlen angewandt wird, enthält 10 bis 15 Procent freies Wasser. Erhitzt man das Holz, so entweicht zuerst das bloß eingesogene Wasser; dann verbindet sich der größte Theil des Wassers und Sauerstoffs miteinander ebenfalls zu Wasser und entweicht mit;

wird die Hitze stärker, so verbindet sich fast der ganze Sauerstoff mit Kohle und entweicht als Kohlensäure und Kohlenoxydgas; ein Theil des Wasserstoffs tritt mit Kohle zu Kohlenwasserstoff in verschiedenen Abstufungen zusammen, und endlich verbinden sich Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff zu Essigsäure, flüchtigem Oel, Theer, die ebenfalls entweichen u. s. w. — Ist die atmosphärische Luft abgesperrt, so bleibt, wenn alle diese Verbindungen sich erzeugt haben und entwichen sind, je nachdem die Operation geleitet worden, noch 16 bis 40 Procent ziemlich reine Kohle zurück, welche die Gestalt des angewandten Holzes hat und deutlich noch seine Textur zeigt. Hat aber die Atmosphäre Zutritt, so verbrennt auch diese Kohle noch weiter mit Sauerstoff, den die Atmosphäre hergiebt, und es bleibt nichts als die unverbrennlichen Salze und etwas Kieselerde u. s. w., welche die sogenannte Asche bilden. — Wir haben es hier nur mit der erstern Art, dem Verbrennen im abgeschlossenen Raume (der Verkohlung), zu thun. Das Holz wird dazu in Gruben, Oefen, Kesseln oder eisernen Cylindern verschlossen. Entweder man entzündet es und trennt es, wenn die Temperatur im Innern des Raumes hoch genug gestiegen ist, von der Atmosphäre, wo es sich dann von selbst weiter zersetzt; oder aber man erhitzt es von außen, ohne es mit dem Feuer unmittelbar in Berührung zu bringen; jedenfalls muß für die gasförmigen Producte, die wir oben nannten, ein Ausweg gelassen bleiben, und je mehr und je rascher dieser sie ableitet, desto besser ist es für die Kohle, einmal, weil sich die öligen Theile gern darauf niederschlagen, weiter verbrennen und sich als schwer entzündlicher Glanzruß über die eigentliche Faserkohle legen; und andererseits, weil die Gase, wenn sie sich schnell bewegen, die Salze mechanisch mit fortreißen, weshalb, wie

unten noch näher angeführt werden wird, die Grubenkohle, wo dies weniger geschieht, meist hygroscopisch wirkt.

Die Gase, die sich bei der Verkohlung entwikkeln, sind fast alle brennbar. Bei der Verkohlung in Cylindern, wo diese Entwickelung am regelmäßigsten geschieht, leitete man sie früher mittelst einer Röhre unter den Cylinder, zündete sie an und heizte durch sie das Holz bis zu Ende, wo dann das Verlöschen der Flamme die Beendigung der Verkohlung zeigte; man fand aber, daß die Hitze und somit der Proceß sehr ungleichförmig werde, und daß oft Explosionen vorkamen, wenn atmosphärische Luft in die Retorte eintrat und sich also Knallluft bildete, die sich entzündete. Man zieht es daher jetzt vor, sie unverbrannt abzuleiten und bis zu Ende mit Holz, Torf oder Steinkohlen zu heizen. An der Farbe der Gase kann man, man mag sie entzünden oder nicht, den Standpunct der Verkohlung sehr gut erkennen. Auch dies ist nur bei der Cylinderverkohlung gehörig zu beobachten. Im Anfange entweicht das Wasser als bläulicher Dampf; sobald die Hitze steigt, überwindet die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoffe die des Wasserstoffs zu demselben, die Nebelbildung hört auf, es folgt nun Kohlensäure mit etwas mechanisch fortgerissenem Ruß, der angezündet dunkelroth brennt, unangezündet dicke dunkelschwarze Wolken giebt. Je mehr die Temperatur zunimmt, desto weniger Kohlensäure und desto mehr Kohlenoxydgas bildet sich, die Flamme geht dann in's Bläuliche und Dunkelblaue, das unentzündete Gas in's Lichtgelbe über und wird feiner; der übrig gebliebene Wasserstoff verbindet sich zu Kohlenwasserstoff und macht die Gasflamme erst violett, dann gelblich, dann weiß, das unentzündete Gas noch lichter und feinwolkig. Je mehr sich Kohlenwasserstoff

Digitized by Google

entwickelt, deſto weißer und glänzender wird die Flamme, die aber nun ſich bald verkleinert und zuletzt verliſcht. In England unterbricht man die Operation, wenn das entzündete Gas violett blau brennt. Glüht man die Kohle, bis aller Waſſerſtoff vollkommen ausgetrieben iſt (mit dem techniſchen Ausdruck: man brennt ſie todt), ſo wird ſie für die Pulverbereitung untauglich; ſie entzündet ſich dann ſchwer und wird ein guter Wärmeleiter, kühlt daher einen ſchon in's Glühen gebrachten Punct ſchnell wieder ab und verliſcht leicht. Iſt ſie ganz waſſerſtofffrei, ſo iſt ſie bei der Erhitzung faſt ohne Verbrennung und wird augenblicklich wieder ſchwarz, ſobald man ſie vom Feuer wegnimmt. — In Schweden gab Pulver mit ſtark gebrannter Kohle 175 Zoll Wurfweite, mit gelinde gebrannter 254 Zoll bei übrigens gleichen Verhältniſſen. Bei einem anderortigen Verſuche gab Schießpulver mit im Cylinder ganz ausgeglühter Kohle mit dem Probemortier eine Wurfweite von 42 Ellen, während ein Pulver, das mit der aus demſelben Holze aber ſchwächer gebrannten Kohle auf gleiche Weiſe bereitet war, 175 Ellen warf. Bei einem Verſuche in Oeſterreich, wo man gewöhnliche und ſcharf ausgeglühte Kohle zum Zünderſatz anwandte, brannten gleiche Längen der ausgeglühten zur gewöhnlichen wie 63 : 43.

Man kann von dem Augenblicke an, wo die Verkohlung begonnen hat, bis zu dem, wo der Waſſerſtoff vollkommen entwichen iſt, ſehr viele Unterabſtufungen unterſcheiden, die ſich auch bei einem beſſern Betriebe, z. B., bei der Cylinder-Verkohlung, ſehr wohl beliebig feſthalten laſſen. Man ſetzte früher, wie erwähnt, allgemein die Verkohlung ſo lange fort, bis die entwickelten Gaſe aufhörten, entzündlich zu ſeyn und noch länger. Neuerlich fing man an, ſie früher zu unterbrechen, wodurch man die ſehr

entzündliche rothbraune Kohle erhielt. Spätere genaue Versuche zeigten, daß man je nach der Dauer der Verkohlung alle Nüancen von Braun gewinnen kann. Je lichtbrauner die Kohle ist, desto höher wird das Ausbringen, denn desto weniger Substanz ist als Gas ausgetrieben. Im Maximum bleibt bei vollkommen trocknem Holze und wirklich durch und durch gedrungener Verkohlung 40 Procent an Kohle. Da man aber gefunden, daß eine solche Kohle wenigstens für Kriegspulver nicht anzuwenden ist, weil dies dann den mechanischen Zusammenhang der Röhre zu sehr angreift, und daß diese Eigenthümlichkeit der Kohle ziemlich parallel mit der Größe des Ausbringens wächst, so geht man jetzt mit der Verkohlung gewöhnlich so weit, daß höchstens 30 Procent Kohle von getrocknetem Holze bleiben. Die braune Kohle giebt bei'm Glühen in verschlossenen Räumen viel Kohlenwasserstoff, das mit der atmosphärischen Luft detonirt, wodurch vielleicht neben der größern Theilbarkeit und Entzündlichkeit dieser Kohle, die zerstörende Wirkung des damit bereiteten Pulvers entsteht.

Wir gehen jetzt zur Schilderung der verschiedenen Verkohlungsmethoden über. Die Alten trockneten das Holz erst sorgfältig und verkohlten es dann in einer Art stehenden Meiler. Jetzt wendet man diese Methode nirgends mehr an, da sie Sand in die Kohlen mengt und eine genaue gleichmäßige Verkohlung nicht zuläßt. Die Verkohlung in Gruben, welche mehrere Jahrhunderte lang Sitte war, hat den Uebelstand, daß die Gase zuletzt nicht gut abziehen, und daß sich die kohlensauren Salze und das brenzliche Oel leicht auf die Kohle niederschlagen; auch wird sie leicht mit Sand — und da man einen Theil des Holzes wirklich verbrennen muß, um die nöthige Temperatur zur Verkohlung des übrigen

Digitized by Google

zu erreichen, — auch mit Asche, also abermals kohlensaurem Kali, Kieselerde u. s. w., verunreinigt. Nach einigen Versuchen enthalten in Gruben bereitete Kohlen 1,51 Procent zerfließliches Salz, das in einem wässerigen Aufgusse alkalisch auf Lackmus reagirt, also kohlensaures Kali ist. Diese Erscheinung zeigt sich auch noch bei Pulver, das schon seit 10 bis 15 Jahren mit solcher Kohle bereitet worden. Bei der Cylinderkohle findet sich keine solche Reaction. Meyer fand bei Meiler- und Grubenkohle sehr schwache Reactionen, bei Cylinderkohle keine. Diese Verunreinigung der Kohle ist von Bedeutung, da sie das Pulver feucht macht. — Die auf diese Art bereiteten Kohlen muß man von Sand und Asche reinigen. Es geschieht dies auf einer Fege, oder indem man die Kohlen mit der Schaufel gegen den Wind wirft. — Von den Gruben verdienen die runden den Vorzug, weil sie sich länger halten; sie dürfen nicht mehr als 15 Centner fassen; sehr passend sind zu dieser Verkohlung die gewöhnlichen Brodbacköfen. Vortheilhafter, als die Grubenverkohlung, ist die in eisernen Kesseln, wo die Kohle wenigstens vor Verunreinigung mit Sand gesichert ist.

In großen, gemauerten, mit zwei Thüren versehenen Oefen, wie sie in Frankreich Sitte waren, geht die Operation rasch; aber eine Regulirung des Betriebes und das Erzielen einer bestimmten Kohlennüance ist höchst schwierig, auch findet hier eine Verunreinigung mit Glanzruß häufig statt. Ein ganz eigenthümlicher Verkohlungsofen befindet sich bei der Pulvermühle in Metz, er bildet den Uebergang von der Ofen- zu der Cylinder-Verkohlung. Er hat ganz die Form der neueren von innen zu heizenden Zimmeröfen und ist von Backsteinen erbaut, $2\frac{1}{2}$ Fuß im Gevierte, 5 bis 6 Fuß hoch. Ueber der Rostfeuerung befinden sich vier Oeffnungen, eine

Digitized by Google

über der andern, die hinten geschlossen sind. Jede Oeffnung ist 18 Zoll im Gevierte und 6 Zoll hoch. In diese passen eiserne Schubladen, worin das auf 6 Zoll Länge zersägte Holz eingestellt wird. Jede Schublade hat hinten zwei Blechröhren zum Abzuge der Dämpfe und Flüssigkeiten; diese Röhren gehen durch zwei correspondirende Oeffnungen in der Hinterwand des Ofens und leiten die Flüssigkeiten nach einem untenstehenden Gefäße. Wenn die Schubladen eingesetzt sind, werden sie luftdicht verstrichen. Die Wärmecanäle winden sich zwischen den Oeffnungen hindurch und heizen alle Schubladen zugleich. Die Färbung der Dämpfe zeigt, wenn es Zeit ist, den Proceß zu unterbrechen. Man feuert mit Torf und gewinnt 25 Procent einer schwarzen guten Kohle.

In den meisten Ländern verkohlt man jetzt nach der schon erwähnten englischen Methode in Cylindern von Gußeisen oder Schwarzblech, die in England seit dem Beginne des Revolutionskrieges eingeführt ist, aber auf dem Continent durchaus nicht Wurzel fassen wollte. Sie scheint aus der Verkohlung in Kesseln hervorgegangen zu seyn. Sie geschieht jetzt in weiten, an beiden Enden offenen Cylindern; diese werden während des Verkohlens mit Thüren verschlossen, die aus zwei starken Blechscheiben bestehen, deren Zwischenraum der schlechten Wärmeleitung wegen mit Asche oder Sand gefüllt ist. Die Cylinder liegen horizontal, meist zu 2 bis auch zu 6, in gemauerten Oefen, die blechernen in einem Lehmfutter gebettet, und die Flamme trifft sie entweder nur an der untern Seite ihrer Länge, indem die Mauerbögen sie auf der Seite fassen, oder sie umspielt sie ringsum in Zügen. Durch Windpfeifen und Thüren kann man die Hitze beliebig leiten. Das Kohlholz wird in Stäben eingetragen, die von 3‴ bis 1,5″ dick und fast so lang, als der zwischen der

Digitized by Google

Vorder- und Hinterthür befindliche Raum sind. Doch müssen hinten und vorn einige Zoll leer bleiben. Man ordnet sie gern so, daß die dünnsten in die Mitte und die stärksten an die Cylinderwand kommen; in einigen Fabriken sortirt man sie aber so, daß sie zu jedem Brande von gleicher Stärke sind. In einigen andern Fabriken England's werden sie in Bünde gebunden, die starken Enden zusammen und die Bunde durch eiserne Ringe zusammengehalten. Vielleicht würden die Kohlen gleichmäßiger und der Proceß öconomischer, wenn man Röhren nähme, wie bei der Dampferzeugung, d. h. von etwa 4 bis 5 Zoll im Lichten. — Sobald die Cylinder vollgeladen sind, verschließt man die Vorder- und Rückseite mit den Doppelthüren und verschmiert die Ritze mit Kitt von Thon und Kohlengestübbe. Die Vorderthür wird auch wohl vermauert. Man heizt behutsam an und läßt die Temperatur allmälig steigen. In der Hinterthür sind vier eiserne Röhren angebracht; eine dient zum Abtreiben der Gase und Flüssigkeiten, eine zum Einstecken der Proberuthe, die so lang als der Cylinder ist und die man herausziehen kann, um zu sehen, wie weit an jedem Puncte der Länge die Verkohlung gediehen ist; die zwei andern sind zur Reserve, weil man den Cylinder, wenn er auf der untern Seite schon stark oxydirt ist, umdrehen und noch eine geraume Zeit anwenden kann, wo dann die beiden andern Röhren in Thätigkeit kommen. Der gußeiserne Cylinder hält etwa 15 Jahre aus, der blecherne 5. Man muß sehr langsam und vorsichtig anheizen, zumal, wenn man die Gasröhre durch Wasser leitet, weil bei plötzlicher Abkühlung das Wasser in den Cylindern hinaufgeht, und überhaupt auch die Fabrication unsicher wird. Die Hitze darf nicht bis zum Rothglühen steigen, so daß die Kohlen niemals zum Glimmen kommen; geschieht das, so werden sie wohl

Digitized by Google

lockerer, aber mit Asche verunreinigt; die beste Temperatur ist 250°. Auch achte man darauf, daß das Holz in der ganzen Länge des Cylinders zugleich und in gleichem Maaße verkohle; man kann viel durch die Vertheilung des Brennmaterials und durch die Gasröhre nachhelfen, die man vergrößert oder verkleinert, je nachdem die Hitze zu schnell vorn oder hinten wirkt. —

Wenn bei Koppelung der Cylinder der eine stärker erhitzt wird, als der andere, so muß er später gefüllt werden, als dieser. — Man kann die mit dem Gase fortgehende Holzsäure in Wasser auffangen; außerdem, daß der Verkauf dieser Säure die Kosten der Verkohlung etwas ermäßigt, wird auch durch dieses Sperren der Gase die Hitze im Cylinder vermehrt; doch darf das Sperren nicht bis zu Ende der Operation fortgesetzt werden, weil sich sonst der immer zäher werdende Theer bei nicht hinreichend lebhaftem Luftzuge auf die Kohlen niederschlägt. Den Theer kann man als Brennmaterial benutzen. In England giebt man den Gasableitungsröhren unten mehrere Oeffnungen, die anfangs alle unter Wasser stehen. Nach und nach schöpft man Wasser ab, damit mehr und mehr Löcher frei werden; wenn das Maximum der Gasentwickelung eintritt, müssen sie alle von Wasser unbedeckt seyn; so wie sie wieder abnimmt, wird allmälig Wasser zugegossen, damit die Löcher wieder verschlossen werden und kein Luftzug entstehen kann, der die Kohlen verzehren und mit Asche beschmuzen würde. Während des Erkaltens müssen die Löcher ganz geschlossen seyn.

Man kann in jedem Cylinder ein- oder zweimal des Tages verkohlen, je nach der Größe und Einrichtung. Das Erstemal dauert es 6 bis 8 Stunden in gußeisernen Cylindern, in blechernen eine Stunde weniger; das Zweitemal bei allen Cylindern

Digitized by Google

eine Stunde weniger, weil der Ofen dann schon warm ist. In 4 Fuß lange und 2 Fuß im Lichten weite Cylinder kann man jedesmal 80 Pfund Holz laden, sie geben bei einer Heizung von 6 Stunden 28 bis 30 Procent schwarze Kohle und bei einer zwölfstündigen 28 bis 40 Procent braune. Für jede Brennung gehen 55 bis 76 Procent (des verkohlten Holzes) an Holz oder 132 Torf auf. Die Wasserdampfentwickelung fängt nach einer Stunde, die der Gase nach 3 bis 4 Stunden an. — Um die Wärme besser zu benutzen, hat man versucht, in die gußeisernen Cylinder blecherne, mit Holz gefüllte einzuschieben, diese nach beendetem Verkohlen wohl verschlossen hrrauszunehmen und sogleich neue einzubringen, so daß, während jetzt einige Zeit mit dem Verkühlen der Kohle verloren wird, dann der Betrieb ununterbrochen fortginge; allein man hat beinahe 100 Procent Brennmaterial mehr gebraucht, als bei'm einfachen Cylinder. — Man erhält aus den kleinern Cylindern zu 70 bis 80 Pfund Holz viel bessere Kohle, als aus denen zu 200 und 300, die man jetzt in England ganz aufgegeben hat. Man koppelt dort meist drei Cylinder zu einer Feuerung, doch ist dies zu viel. — In Schweden hat man vorgeschlagen, den Cylindern während des Verkohlens eine Drehung um die horizontale Achse zu geben; sie sollen $3\frac{3}{4}$ Ellen lang, 25 Zoll weit werden, und die Kohle zu 2 Centner Pulver fassen. Sie sollen halbstündlich um 90° umgedreht werden. Man glaubt dabei mit geringerer Heizung gleichmäßigere Resultate zu erhalten, indem die inwendigen Stücke durch das Rollen später auch nach außen zu liegen kommen würden. Die Kohle sinkt auf den halben Raum des Cylinders ein.

Die noch heißen Kohlen werden in blecherne Gefäße hermetisch verschlossen, damit sie bei'm Ab-

Digitized by Google

kühlen nicht zu viel Feuchtigkeit anſaugen; man darf ſie dagegen nicht in Holzgefäße einſchließen, da dieſe Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und an die Kohle abgeben. Man ſortirt die Kohle vor dem Verpacken und nimmt die dünnſten Stangen zum beſten Pulver, das Kohlenklein nur zu den ſchlechteren Pulverſorten, weil es mehr Feuchtigkeit anſaugt, als die großen Stücken. Die Holzkohle ſcheint übrigens, wenn ſie einen geringen Feuchtigkeitsgrad hat, lebhafter zu brennen, als wenn ſie abſolut waſſerfrei iſt, weil ſie dieſe kleine Menge Waſſer zerlegt und mit dem Sauerſtoffe verbrennt.

Gute in Cylindern bereitete Kohlen haben viele Quer- aber keine Längentiſſe, ſtumpfe Ecken, klingen nicht wie die ſchwarzen, brechen, ohne zu ſplittern, fühlen ſich bei'm Zerreiben zwiſchen den Fingern wie Reißblei an, geben meiſt etwas braune Striche auf blauem Papier und ſehen zerrieben wie verſchoſſener ſchwarzer Sammt aus; alle mit Glanzruß überzogene Stücke müſſen ausgeworfen werden; die guten brennen mit einer kleinen gelben und blauen Flamme, während zu ſtark gebrannte nur glühen. Gute braune Kohle löſ't ſich faſt ganz in cauſtiſchem Kali auf.

Eine vollkommen ausgeglühte Kohle wird vom Waſſer und der atmoſphäriſchen Luft nicht verändert; iſt ſie aber nicht völlig verkohlt, wie dies bei allen im Gebrauche befindlichen und zumal bei der braunen der Fall iſt, ſo bringt ein langes Liegen der Kohle, wobei ſie feucht wird, beſonders aber, wenn ſie mit Waſſer abgelöſcht worden, ein Verderben derſelben hervor, da ſie noch einen Theil ihres vegetabiliſchen veränderlichen Characters behalten hat; ſie verbrennt dann ſchwerer, wahrſcheinlich weil ſie bei dieſer Zerſetzung ihren Reſt von Waſſerſtoff abgegeben hat, und läßt in der Aſche, die ſehr viel kohlenſaure Salze enthält, eine große Menge unverbrannte

Kohle, wodurch jene bei'm Zerfließen schwarz gefärbt wird. Es ist noch nicht genau ermittelt, wie lange Zeit es dazu bedarf, diese Veränderung der Kohle hervorzubringen; doch gehören einige Jahre dazu. Naß gelöschte Kohle kann daher, wie auch die Versuche von 1798 in Frankreich gezeigt, wenn sie kürzlich gebrannt ist, durch Erhitzen wieder brauchbar gemacht werden, nicht aber, wenn sie schon mehrere Jahre mit der Feuchtigkeit gelegen hat.

Wird Kohle mit andern Substanzen gemengt und besonders stark verdichtet, so verliert sie einen großen Theil ihrer hygroscopischen Kraft und verdirbt daher nicht. Mehlpulver verdirbt aber, wie leicht zu erklären, früher als Kornpulver, und Salpeter schützt die Kohle weniger, als Schwefel. — Man verarbeite daher die Kohle immer möglichst bald nach der Darstellung und menge sie gleich mit den andern Substanzen. Muß man sie aber längere Zeit vor dem Verbrauche aufbewahren, so sollte dies immer in Stücken geschehen.

Die frischbereitete Kohle, aus der durch die Hitze alle Luft und Feuchtigkeit ausgetrieben worden, übt eine große Flächenanziehung, besonders gegen gasförmige Körper, und zwar steht diese in geradem Verhältnisse mit der Größe der Fläche, welche die Kohle der Luft bietet; sie ist daher geringer, wenn die Kohle in Stücken, als wenn sie gepulvert ist, und gepulverte lockere Kohle hat mehr Anziehungskraft, als gepulverte gepreßte. — Kohle in Stücken nimmt in einigen Tagen an der Luft um 3 Procent an Gewicht zu, dann monatlich 1 Procent bis zu 8, wo sie stehen bleibt. In pulverigem Zustande geht sie in der Gewichtszunahme bis 15 Procent, und wenn sie mit Wasser abgelöscht worden, nimmt sie an 28 bis 30 Procent davon auf, ohne feucht zu erscheinen. Da nun die Kohle bei weitem mehr Luft

und Feuchtigkeit aufnimmt, als ihr eigenes Volumen beträgt, so müssen diese Gase sich verdichten. Ueberall aber, wo dies letztere statt hat, entwickelt sich Wärme, und da die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist, so kann sich bei großen Mengen Kohle die Erhitzung so weit steigern, daß Entzündung entsteht, wozu etwa 350° R. gehören; ja es kann diese Erscheinung sogar bei kleinen Kohlenmengen stattfinden, wenn durch ein schnelles Zerstoßen oder Zerreiben plötzlich eine große Fläche gebildet wird, die nun schnell absorbirt, sich erhitzt und entzündet, so daß sich selbst durch einen einzigen Stoß Funken erzeugen können. Dies geschah früher nicht selten auf den Stampfmühlen, als man noch die drei Bestandtheile ungekleint abwog und zugleich in den Mörser eintrug.

Nach älteren Schriftstellern sollen auch zwei Stücke frischgebrannter Kohle, gegeneinander geschlagen, Funken geben können. — Vor wenigen Jahren entzündeten sich auf einer deutschen Pulvermühle Kohlenstücke, womit eine Tonne, nachdem sie schon mehrere Tage an der Luft ausgelegen hatten, gefüllt worden war. — Ganz kalte und schon mehrere Tage vorher in Tonnen geschlagene Kohlenstücke können sich bis zur Entzündung erhitzen, wenn die Tonnen auch nur eine Stunde weit verfahren werden. Bei schon gemahlener Kohle ist nach vielen Erfahrungen und nach neueren Untersuchungen die Entzündung nicht selten, wenn sie frischgebrannt in größere Haufen zusammengebracht wird. Der Einfluß der Kohlenmenge ist dabei aber sehr groß. Es gehören mindestens 30 Pfund Kohle dazu, um eine Entzündung bei frischer Kohle zu erzeugen, und die Luft muß freien Zutritt haben; ist die Kohle schon einige Tage alt, so bedarf es wenigstens 60 Pfund. — An trocknen Tagen geschieht die Entzündung rascher, als an feuchten, und bei kleineren Kohlenmengen, als sonst.

Digitized by Google

Die Entzündung tritt 11 bis 20 Stunden nach dem Einschütten ein, und zwar einige Zoll unter der Oberfläche, weil dort die Wärme besser zusammengehalten wird, als an der Oberfläche selbst, wo sie ausstrahlt. Die Luft bringt nur in die obersten Schichten und wird von diesen absorbirt: wenn daher das Gefäß tief ist, so kann sich die Kohle auch nicht tiefer, als einige Zoll erhitzen. Die schwarze Kohle, bei der durch die vollkommnere Verkohlung eine größere Oberfläche entstanden ist, als bei der braunen, wirkt stärker, als diese, so wie alle leichteren Kohlen schnellere Absorption und Entzündung herbeiführen, als die schweren; von in Kesseln gebrannten Kohlen gehören mindestens 80 Kilogramm zur Entzündung. Nach einigen nicht so zuverlässigen Erfahrungen saugen am meisten ein die Kohlen der Buche und des Buchsbaums, weniger die der Weide, der Pappel, des Haselstrauchs, am wenigsten die des Korks. — Nach in England gemachten Erfahrungen soll besonders die Kohle des Pappelholzes zur Selbstentzündung geneigt seyn; wahrscheinlich weil sie am porösesten ist, weshalb sie auch bei den Versuchen von Letort das beste Resultat gegeben haben mag. Läßt man die Kohlen nach ihrer Bereitung einige Zeit, mindestens 5 bis 6 Tage, in Stücken liegen, so erhitzen sie sich später bei'm Kleinen nicht mehr bis zur Entzündung, weil sie dann schon Zeit gehabt haben, mit ihren Poren eine große Menge Luft aufzusaugen; diese Flächen sind daher bei'm spätern Zerreiben schon unthätig, die Kohle wirkt also auch mit bei weitem geringerer Fläche, folglich geringerer Intensität. — Eben so vermindert das Mengen mit Schwefel oder Salpeter das Absorptionsvermögen so bedeutend, daß selbst unter günstigen Umständen, z. B., bei ganz frischer Kohle, kaum eine Entzündung mehr entsteht. Doch sind trotzdem noch Entzündungen

Digitized by Google

der Art in le Bouchet vorgekommen, so daß das eine Mal das Gebäude dadurch abbrannte.

In Sachsen läßt man die fertige Kohle in der Retorte vollkommen erkalten (48 Stunden), breitet sie während 24 Stunden auf Tafeln aus, bringt sie dann noch 5 Tage in Kessel, bewahrt sie nun noch 4 bis 6 Wochen in offenen hölzernen Gefäßen und läßt diese dann erst verschließen. — Man kann dagegen die Entzündung pulverisirter Kohlen, nach französischen Erfahrungen, auch leicht durch öfteres Umwälzen der Tonnen verhüten. — Die Kohle ist es ferner, die vermöge der Flächenanziehung das Pulver feucht macht; doch in sehr feuchten Räumen hilft selbst der ganz reine Salpeter dabei. Nach dem Gesagten wird es verständlich, daß, je weniger die Kohle mit den übrigen Substanzen gemengt ist, je weniger sich davon im Pulver befindet, je weniger schwarz sie ist, je größer die Dichtigkeit des Korns, je gröber dieses selbst ist, desto geringere Einwirkung die Feuchtigkeit haben wird; doch verliert sie diese selbst bei den sehr stark verdichteten Sätzen nicht ganz. Cossigny hatte auf nassem Wege Pulver bereitet, indem er Salpeterauflösung mit Kohle und Schwefel mengte und sie auf's Innigste über dem Feuer zusammenrieb, bis fast alles Wasser verdampft war. Er ließ es dann erkalten, pressen, trocknen und körnen. Die interessanteste Beobachtung dabei war, daß dies Pulver sich trockner hielt, als gewöhnliches; es wäre daher wohl zu versuchen, ob man der frischgeglühten Kohle nicht das Absorptionsvermögen nehmen könnte, wenn man sie mit concentrirter Salpeterauflösung befeuchtete und dann trocknete; wohl möglich, daß die Kohle dann den aufgelös'ten Salpeter eben so fest bände, wie sie es bei'm Entfärben von Flüssigkeiten mit dem Farbe- und Extractivstoffe thut, und dadurch die Anziehungskraft für Feuchtigkeit ganz ver-

Digitized by Google

löre. Bei ihrer Verwendung brächte man ihren Salpetergehalt in Anrechnung.

8. Schwefel.

Den Schwefel erhält der Feuerwerker schon isolirt, aber noch unrein. Seine Bereitungsart aus den Kiesen u. s. w. gehört daher nicht hierher, nur seine Reinigungsmethode. Am allgemeinsten reinigt man ihn durch bloßes Schmelzen von den erdigen Substanzen, mit denen er gemengt vorkommt; es ist daher nöthig, die Erscheinungen, die sich bei'm Schmelzen des Schwefels zeigen, genauer zu betrachten. Der Schwefel schmilzt bei 88° R., wird dabei sehr dünnflüssig und nimmt bei'm Erkalten wieder seine schöne citronengelbe Farbe an. Erhitzt man ihn bis zu 124° R., so wird er dickflüssiger und röthlich, zieht sich, wie Harz, in dünne Fäden und bleibt in dem umgekehrten Gefäße stehen. Bei'm Erkalten wird er zwar wieder flüssiger, ehe er erstarrt, nimmt aber nur höchst langsam seine gelbe Farbe wieder an und bleibt, wenn man ihn schnell erkalten läßt, lange weich und durchsichtig. Dieser zähflüssige Schwefel zeigt ein specifisches Gewicht von 2,325, während der kalte nur 2,00 hat. — Bei 240° R. siedet der Schwefel; doch entzündet er sich an der Atmosphäre häufig schon bei 120° R., wobei er die erstickend riechende schwefelige Säure bildet. Um dem Schwefel eine gemeinsame Farbe zu geben, sortirt man ihn gewöhnlich in citronengelben, dunkelgelben und braungelben. Nur den erstern hält man zur Pulverfabrication für besonders gut; er ist bei der niedrigsten Temperatur geschmolzen. Um die andern Arten in diese umzuwandeln, schüttet man zu unterst in den Kessel bis zur Hälfte der Höhe citronengelben Schwefel, läßt ihn schmelzen, rührt ihn mit hölzernen Spateln um, setzt darauf halb so viel dunkelgelben zu und

Digitized by Google

auf dieſen dieſelbe Menge braunen Schwefel. So wie der dunkelgelbe in's Schmelzen gekommen, nimmt man den Keſſel vom Feuer und deckt ihn zu, wo dann der braune Schwefel von ſelbſt niederſchmilzt. — Man läßt ihn nun einige Stunden ruhen, damit die erdigen Subſtanzen ſich abſetzen, ſchäumt ihn dabei mit eiſernen Kellen und gießt ihn durch ein Filtrum behutſam ab, wo die erdigen Subſtanzen unten liegen bleiben. Man ſchmilzt dieſe und den Schaum noch einmal zuſammen und gewinnt ſo noch etwas Schwefel.

Beſſer iſt die in England übliche Methode, wo man den geſchmolzenen Schwefel in hohe kegelförmige Formen gießt und ſehr langſam erkalten läßt. Die ſämmtlichen fremden Beimengungen ſammeln ſich in der untern Spitze und werden nach dem Erſtarren des Schwefelbrodes durch Abſchlagen dieſer Spitze vom Schwefel getrennt. Bei'm Schmelzen des Schwefels ſollte man das Feuer nicht unter dem Keſſel, ſondern um den Keſſel anbringen, weil ſonſt ein ruhiges Abſetzen der ſchwereren Unreinigkeiten nicht möglich iſt. In England iſt dieſe Art der Feuerung der Läuterungskeſſel allgemein eingeführt. Man glaubte früher durch Alaun, den man mit Glaspulver gemengt in den Schwefel einrührte, dieſen beſſer reinigen zu können. Das Cryſtallwaſſer des Alauns entwich und brachte ein Aufkochen des Schwefels hervor, wodurch vielleicht die mechaniſch beigemengten Unreinigkeiten beſſer nach oben getragen wurden; dafür enthielt der Schwefel nun aber Schwefelkalium. Man hat neuerdings in England von einem Geheimniſſe der Schwefelreinigung geſprochen, was, allem Anſcheine nach, das ebengenannte iſt. — Sehr häufig ſetzte man früher dem geſchmolzenen Schwefel etwas Oel, beſonders Thran, zu und rührte um, das Oel nahm die Unreinigkeiten mit in die Höhe.

Auch Queckſilber wandte man zur Reinigung an, das wahrſcheinlich eine ähnliche Aufkochung als Alaun bewirkte und als Schwefelqueckſilber entwich. Alle dieſe Methoden ſind zu verwerfen. Viele Feuerwerker hielten die Verbindung mit etwas Queckſilber für eine Verſtärkung des Schwefels.

Man bediente ſich auch früher der Sublimation des Schwefels zu ſeiner Reinigung; man brachte ihn nämlich in gußeiſernen Gefäßen zum Kochen und fing den Dampf in einer großen mit Tüchern behängten Kammer auf; es bildeten ſich Schwefelblumen, die frei von erdigen Subſtanzen, aber mit ſchwefeliger Säure verunreinigt waren, welche durch Auswaſchen zwar entfernt werden kann, ſich aber bei längerem Liegen wieder bildet; überdies koſtete dieſe Arbeit viel Brennmaterial und Zeit.

Man hält es daher jetzt für vortheilhafter, ſtatt der Sublimation die Deſtillation anzuwenden, d. h. den Schwefel, ſtatt früher als Schwefelpulver, nun in flüſſigem Zuſtande überzutreiben. Das Deſtilliren geſchieht auf dieſelbe Art, wie das Sublimiren, nur daß man die Kammer verkleinert, damit ſie ſchneller heiß werde, daß man nicht von Zeit zu Zeit anhält, um die Kammer erkalten zu laſſen, und daß man den Gang des Kochens beſchleunigt. Bei'm Sublimiren iſt der Verluſt an Schwefel 18 bis 20 Procent, bei'm Deſtilliren nur 11 bis 12, wobei 3 bis 4 nur wirklich verbrennen. — Der Schwefeldampf detonirt mit atmoſphäriſcher Luft. Bei der Sublimation, wo man oft in die Kammer gehen muß, um die Blumen herauszunehmen, wird daher das öftere Eintreten atmoſphäriſcher Luft gefährlich; bei der Deſtillation, wo der flüſſige Schwefel durch mit Hähnen verſchloſſene Röhren abfließt, iſt dies nicht in dem Grade zu fürchten. — Das Genauere des Deſtillationsverfahrens iſt Folgendes: Ein großer, guß-

Digitized by Google

eiserner Kessel a Fig. 6, der 14 bis 1600 Pfund Schwefel faßt, 3 Fuß Durchmesser, 2 Fuß Tiefe, unten ½ Zoll Dicke hat, nach oben dünner wird und mit einem 4 Zoll breiten Rande versehen ist, befindet sich in einem Ofen f, mit dem Aschenfalle c eingemauert. Besser ist es, zwei solche Kessel bei einer Kammer zu heizen. Jeder Kessel kann, wenn er von gutem Gußeisen ist, die Destillation von 20,000 Centner Schwefel aushalten. — Ein Gewölbe x, von Backsteinen, verbindet den obern Theil des Kessels mit der Kammer dddd; die Thür p, durch welche der Schwefel eingetragen wird, verkittet man während des Betriebes fest. Die Kammer selbst ist ein gewölbter Saal, von sehr festem, 40 Zoll dickem und durch eiserne Bänder festgehaltenem Gemäuer aufgeführt. Im Dache sind zwei Ventilöffnungen s, um bei Explosionen von selbst aufzuschlagen. Ein Gang zwischen Ofen und Kammer hat den Zweck, diese vor dem Einflusse der Hitze zu schützen. Es bleibt nun noch übrig, die zum Gießen nöthigen Vorrichtungen zu beschreiben. N ein conischer Pfropf, der an einem Stäbchen o befestigt ist und durch eine Feder m stets von innen nach außen angedrückt wird. nn ist eine gußeiserne Platte, mit einer conischen Oeffnung versehen, in welche der Pfropf h paßt. r ist eine Rinne, durch welche der Schwefel abfließt. qq, ein kleiner Raum, in welchen einige brennende Kohlen placirt werden können, um den Schwefel zu schmelzen, wenn er beim Abfließen erstarren sollte.

Um die Operation vorzunehmen, füllt man die Kessel bis ⅔ ihrer Höhe mit Schwefel, zündet das Feuer an und verschmiert die Ritzen der Ladenthüren. Erst entweicht Feuchtigkeit mit einem Geräusche, dann schmilzt der Schwefel, und bei 120° R. entzündet er sich an der Oberfläche, die Dachklappen öffnen sich von selbst und der saure Dampf

entweicht; geschieht dies nicht, so müssen die Klappen sogleich geöffnet werden, sonst tritt Detonation ein. Man verstärkt dann das Feuer, bis der Schwefel kocht, und nun ist, wenn man nicht aus Nachlässigkeit einen Luftzug gelassen hat, alle Gefahr vorüber. Das Feuer darf nicht zu heftig werden; man erkennt den richtigen Grad der Temperatur an einer über dem Ofen befindlichen Eisenplatte: ein darauf gelegtes Stückchen Schwefel muß sich nur eben entzünden. Wenn die Operation beendet ist, was man daran sieht, daß ein in den Kessel gestecktes Eisenstäbchen keinen Schwefel mehr herausbringt, wird der Rückstand herausgenommen und wieder Schwefel eingeladen. Dabei dringt die Atmosphäre ein und giebt neue Veranlassung zu Detonationen.

Dumas hat daher vorgeschlagen, den Zusammenhang des Kessels und der Kammer vorher durch eine Klappe abzuschließen. Besonders häufig detonirt der Schwefel, wenn man ihn ganz roh anwendet; es ist deshalb besser, ihn vorher zu schmelzen und vom Rückstande abzugießen. — Man hat es versucht, um die Unterbrechungen in der Operation zu vermeiden, die Retorten immer aus einem Reservoir mit geschmolzenem Schwefel versehen zu lassen; allein es ist nicht gelungen. Der Schwefel entzündet sich oft bei'm Schmelzen; das Anbrennen ist nur wegen des schwefeligsauren Gases gefährlich; man erstickt ihn bekanntlich mittelst eines mit Haartuch bezogenen feuchten Deckels, den man auf den Kessel aufdrückt, wodurch eine Luftschicht über dem Schwefel abgesperrt wird, die bald ihren Sauerstoff verloren hat. Es sollen Fälle vorgekommen seyn, wo nach dem Kleinen des Schwefels in Tonnen, bei'm Oeffnen derselben, Detonationen stattgefunden haben. Wenn dies wirklich wahr ist, so war der Schwefel wahrscheinlich feucht, es bildete sich unter Erhitzung

Digitized by Google

und Wasserzerlegung schwefelige Säure und Schwefelwasserstoffgas, welches letztere sich bei'm Zusammentreffen mit der atmosphärischen Luft bei der sehr erhöhten Temperatur in der Tonne entzündete.

Obwohl der Schwefel vom Wasser nicht verändert wird, so soll doch geschlämmter nach englischen Versuchen nicht zur Pulverfabrication taugen; eben so fand man, daß die sogenannte Schwefelmilch, d. h. Schwefel aus Schwefelleber mittelst Säuren niedergeschlagen, träge brennt und eine große Menge schwarzer Schlacke zurückläßt. Die gewöhnlichsten Beimengungen des Schwefels sind Kieselerde, schwefelsaure Metallsalze und Schwefelmetalle. Diese Substanzen bleiben, da sie nicht flüchtig sind, bei'm Destilliren zurück, mit Ausnahme des Schwefelarseniks, der im Großen auf keine Weise von dem Schwefel zu trennen ist. Für Leuchtfeuer und die meisten Laboratorien-Arbeiten schadet diese Beimengung nicht bedeutend; allein für Schießpulver hat man sie nicht gern, theils weil das richtige Verhältniß der Substanzen zerstört wird, theils der Arsenik das Geschützmetall verdirbt und dabei Gefahr für die Arbeiter bei'm Kleinen des Schwefels bringt. Eine in's Orange ziehende Farbe und ein specifisches Gewicht über 2,00 deuten auf Arsenikgehalt. Um sich näher davon zu überzeugen, menge man den Schwefel mit viermal so viel Salpeter sehr innig und trage die Masse allmälig in einen heißen irdenen Tiegel ein, der bis auf eine kleine Oeffnung verdeckt ist; den salzigen Rückstand löst man auf, übergießt ihn mit verdünnter Salzsäure, verdampft diese wieder und zieht den Rückstand mit Weingeist aus. In diesen taucht man dann ein blankes Zinkstäbchen, das sich, wenn Arsenik vorhanden ist, mit einem schwarzen schuppigen Beschlage bedeckt.

Digitized by Google

Die älteste Probe auf die Reinheit des Schwefels bestand darin, daß man ihn auf einen Teller legte, mit einem zweiten Teller bedeckte und schmelzte; legten sich Schwefelblumen an den obern Teller, so hielt man ihn für gut. — Auch jetzt fehlt es leider noch an einer technischen Probe auf die Reinheit des Schwefels. — Im Allgemeinen muß man sich damit begnügen, einige Lothe davon zu verbrennen, um zu sehen, ob er Quarz oder Eisen zurückläßt, in welchem Falle er nothwendig nochmals durch Schmelzen geläutert werden muß.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Das Schießpulver.

Bei der Erfindung und ersten Anfertigung des Schießpulvers scheint ein besonders glückliches Ungefähr die zusammenfügende Hand geleitet zu haben. Aus allen sich darbietenden Stoffen konnten da, wo es darauf ankam, eine große Gasmenge durch Verbrennung eines festen Körpers in höchster Schnelligkeit zu erzeugen, nicht zweckmäßigere ausgewählt werden, als eben die drei üblichen, ja, wir wissen noch heute nichts Besseres an ihre Stelle zu setzen; merkwürdig genug dabei ist es, daß der Schwefel, den die Alten gewiß in der Meinung hinzufügten, durch seine Brennbarkeit die Entzündlichkeit des Schießpulvers zu vermehren, diese Wirkung zwar wirklich hervorbringt, ohne aber selbst zu verbrennen, so daß man, von einem falschen Vordersatze ausgehend, doch ein richtiges Mittel ergriff. — Die Stampfmühle (Oelmühle), welche den anfangs geringeren Bedürfnissen

Digitized by Google

quantitativ sehr wohl genügte, und die auch ohne tief begründetere Wahl nur eben aus den verschiedenen Mühlengattungen herausgegriffen war, konnte wieder von ihnen allen einzig und allein ein hinreichend verdichtetes, körnbares Pulver geben, und nur diesem neuen Zufalle ist es beizumessen, daß man das Pulver in die Feldkriege mitnehmen konnte. Unsere neuen Apparate geben allerdings mehr Product in gleichen Zeiten, sie mengen und kleinen besser, aber sie haben doch den Stampfmühlen den Rang noch immer nicht ablaufen können.

Von den ältesten Zeiten bis zur französischen Revolution geschah im Ganzen wenig Wesentliches zur Verbesserung der Pulverfabrication, besonders, wie es scheint, deshalb nicht, weil in Frankreich, dem Musterlande in dieser Beziehung, durch die Ordonnanz von 1686 eine genau bezeichnete Methode festgestellt worden war und man sich so sehr an diese gewöhnt hatte, daß man selbst in der Revolution, die doch sonst alles Altherkömmliche nicht achtete und ihren Ansichten und Absichten schonungslos opferte, nur schwer und erst, als die höchste Noth drängte, sich entschloß, zu neuen Proceduren überzugehen. Vergleichen wir nun den jetzigen Standpunct dieses Zweiges unserer Technik mit dem früheren, so ergiebt sich unläugbar, daß einige bedeutendere Fortschritte gemacht worden, obwohl sie nicht so groß sind, als sanguinische Verehrer des Neuen sie zuweilen priesen; ja, manche dieser Fortschritte werden sogar noch nicht einmal allgemein als solche zugestanden.

So ist es zwar nicht zu bestreiten, daß wir den Salpeter und den Schwefel besser zu reinigen verstehen, als unsere Altvordern, und wir sollten dies wohl für einen wesentlichen Vorzug erkennen. Allein Viele glauben, daß ein gewisser Grad fremder Beimengungen zur höchsten Güte des Pulvers nöthig

Digitized by Google

sey. Das russische Pulver soll, wie wir erwähnten, besser seyn, als alles andere, und zwar bloß deshalb, weil es unreinen (nur zweimal geläuterten) Salpeter enthält. Proust nahm an, die Kohle dürfe nicht ohne unverbrennliche Substanzen (Asche) seyn; auch können wir nicht läugnen, daß die neue braune Kohle, welche wir für besser verbrennlich und daher für kräftiger wirkend halten, als die frühere schwarze, viel mehr Beimengungen enthält, als diese.

Die Mischungsverhältnisse, welche in ältester Zeit allerdings zu bunt waren, wie es die Feuerwerkssätze noch heute sind, ordneten sich bald und kamen von selbst auf die Basis, die heute von allen Ländern durch Versuche als die beste dargethan ist, und der die Wissenschaft, die nichts daran zu erinnern findet, die Krone aufsetzen muß. Wir haben nichts Besseres thun können, als sie beizubehalten, und doch versichert man zuweilen, auf einseitige Versuche hier und da gestützt, daß man den Schwefel mit Vortheil ganz weglassen oder auf 3 Procent vermindern könne.

Was das Kleinen und Mengen betrifft, so kennen wir jetzt Proceduren, welche allerdings in Bezug auf die Quantität die Stampfen weit hinter sich lassen und auch wohl in der Qualität bessere Resultate geben; doch haben wir in letzterer Beziehung einige schon wieder aufgeben müssen, weil sie zu weit gingen. Auch halten sehr viele Pulvermüller ihre alten Stampfen noch immer hoch in Ehren, und wir haben sogar Mühlen der neuen Methoden wieder in alte umwandeln sehen. — Die Stampfmühlen gaben allerdings häufige Explosionen, aber die Trommeln und Walzen machen es leider nicht besser. Die Körnmethode und das Trocknen ist jedoch unstreitig sehr wesentlich verbessert worden, namentlich

Digitized by Google

hat das letztere an Gefährlichkeit und schädlichem Einflusse auf die Consistenz des Pulverkorns verloren.

Ob unser Pulver stärker sey, als das alte, ist nicht absolut zu bestimmen; wir müssen es glauben, weil es inniger gemengt ist, und wir können es auch vielleicht daraus schließen, daß man sich jetzt viel kleinerer Ladung bedient, als früher. Leider scheint es aber, als habe die Geschwindigkeit der Entbindung in viel größerem Maaße, als die entwickelte Gasmenge zugenommen, und als sey dadurch auch die stoßende, das Geschütz zerstörende Kraft unverhältnißmäßig mehr gewachsen, als die die Kugel treibende, so daß man für das Bronzegeschütz schon einen Theil dieser Kraft freiwillig aufgegeben hat und wahrscheinlich wohl thun würde, auch für das eiserne noch einen Schritt zurückzugeben.

In Frankreich verlangte man 1686 von gutem Pulver bei'm Probiren mit dem 6 Zoll-Mortier, der eine Bombe von 60 Pfund mit einer Ladung von 3 Unzen wirft, 50 Toisen Wurfweite. 1729 wurde diese auf 60, während der Revolution auf 90, 1799 auf 100 erhöht, 1800 soll das Pulver schon 135 Toisen geworfen haben. Man würde dies für den sichersten Beweis der allmälig zunehmenden Kraft des Pulvers anführen können, wenn nicht Gassendi, der allerdings zuweilen befangen ist, anführte, daß dies bloß in der allmäligen Verkleinerung des Spielraums des Probemortiers liege, und daß das älteste Pulver aus den neuen Mortieren eben so weit werfe, als das alte. Ueberdies giebt der Probemortier eigentlich nur ein Maaß für die Geschwindigkeit der Verbrennung, ein Moment, das bei'm Geschütz mehr schädlich für das Rohr, als vortheilhaft für die Schußweiten ist. Bei einigen Versuchen mit sehr alten Pulversorten, von denen wir noch weiter sprechen werden, haben sich bei Kanonen gleiche Schußweiten,

Digitized by Google

wie mit neufabricirtem, ergeben. Ein nicht unwesentlicher Vortheil, den die gute Kleinung und Mengung des Pulvers höchst wahrscheinlich gebracht hat, ist die bessere Erhaltung desselben bei'm Transport und der Aufbewahrung, so wie auch eine gleichmäßigere Wirkung an verschiedenen Tagen. Es fehlt an Gelegenheit, dies näher zu vergleichen. Wenn also auch gewisse nicht unbedeutende Fortschritte in der Anfertigung des Schießpulvers gemacht sind, so ist dies doch seit seiner ersten Anwendung nicht wesentlich ein anderes geworden, und wir müssen sogar den Glauben aufgeben, daß noch etwas wesentlich Anderes daraus zu machen seyn werde. Ein glücklicher Griff hat gleich anfangs nahe an die Grenze der Möglichkeit gebracht.

Was die Theorie der Wirkung des Pulvers betrifft, so können wir mit gutem Gewissen nur sagen, wir sehen ein, was dabei geschieht, aber wir haben keinen Begriff davon, wie es geschieht. Die Alten halfen sich bei ihren Erklärungen, wenn ihnen etwas dunkel blieb, mit einem Aether, dem sie beliebige Eigenschaften gaben, ohne seine Existenz nachweisen zu können. Wir bedienen uns ziemlich bei gleicher Veranlassung der Electricität, welche auch hier die große Wärmeentwickelung erklären soll, ein Räthsel, was uns aber, wenn wir uns selbst nicht täuschen wollen, doch auf keine Weise dadurch gelöst wird.

---

1. Geschichte des Schießpulvers.

Die Geschichte des Schießpulvers bleibt, allem Bemühen ungeachtet, in ein unergründliches Dunkel gehüllt; soviel läßt sich aber beweisen, daß die bei

uns darüber fortlebende Tradition unrichtig ist. Wir machen hier daher nur einige Bemerkungen, welche sich auf die Geschichte der Technik der Pulverfabrication beziehen.

Bis zum Ende des 15. Jahrhunderts war das Pulver immer nur als Mehl angewandt worden; die Franzosen erfanden nun das Körnen, gegen das man sich lange sträubte, da man durch das Naßmachen es zu verderben glaubte. Es war das gekörnte Pulver (Knollenpulver, wie man es nannte) anfangs nur bei'm Wurfgeschütze gebräuchlich, und zwar bloß aus dem Grunde, weil das Laden der Kanonen mit Mehlpulver schwieriger war. Um diese Zeit bediente man sich zur Anfertigung des Pulvers schon der gewöhnlichen Mehlmühlen, während man bis dahin es bloß zusammengerieben und in Mörsern gestoßen hatte. Doch 1435 wird in Nürnberg einer Pulvermühle gedacht, die eine Stampfmühle gewesen zu seyn scheint und wahrscheinlich den Oelmühlen nachgebildet war. Zu Ende des 15. Jahrhunderts waren diese Mühlen schon in ganz Europa eingeführt. Später führte man ähnliche Mühlen auf Wagen zu Belagerungen mit; auch als Handmühlen hat man sie eingerichtet. Zwei Mann bewegten 6 Stampfen.

Nach Tartaglia war die Zusammensetzung der verschiedenen Schießpulverarten, wie folgt:

	Grobes Geschützpulver,	mittleres,	Büchsenpulver.
Salpeter	50	66,7	83,4
Schwefel	33,3	20	8,3
Kohle	16,7	13,3	8,3
	100,0	100,0	100,0.

Das stärkste war, nach Biringuccio, um dieselbe Zeit:

79,4	nach	Andern	75
11,7	=	=	15,6
8,9	=	=	9,4
100,0			100,0

Bei harter Holzkohle setzte man auf ein Pfund 1 Loth Schwefel mehr zu, als bei weicher. Man benannte das Pulver damals nach Aß, d. h. nach der Zahl Aß Salpeter, die auf 1 Aß Schwefel und 1 Aß Kohle gesetzt wurde. Es gab Pulver von 4, 5 und 6 Aß. — Zu Biringuccio's Zeit scheint man schon das Mahlen auf einem Lagersteine gekannt zu haben.

Die Spandauer Pulvermühle machte ein Pulver aus:

68 Salpeter,
13,4 Schwefel,
17,6 Kohle.

In den Stampfmühlen hatten sich fortwährend Explosionen gezeigt, welche, wie Cossigny fand, durch Selbstentzündung der Kohle entstanden; er führte daher 1787 die Kleinung jeder Substanz für sich ein. — 1780 führten die Engländer das Trocknen mit Wasserdämpfen ein, was im Jahre 1793 zuerst in Ripaut von den Franzosen nachgeahmt wurde. Während der französischen Revolution, wo der Bedarf an Schießpulver in so hohem Maaße stieg, sah man sich genöthigt, in den neuen Anlagen von den Stampfmühlen abzugeben, weil das Fabricationsquantum, selbst wenn man die Dauer des Stampfens bedeutend herabsetzte, immer noch klein und das Anlegen von Mühlen theuer und beschränkt blieb. Zu den Walzmühlen hatte man kein Vertrauen; man hielt sie besonders für sehr gefährlich, weil man glaubte, daß die cylindrischen Walzen, welche einen Kreis beschreiben, nothwendig quetschen

Digitized by Google

und so zu vielen Explosionen Veranlassung geben müßten; auch meinte man, sie arbeiteten zu langsam. Man führte daher eine neue Methode ein, die, wie es scheint, fast ganz von Carny herrührt und sich wesentlich von den früheren dadurch unterschied, daß sie sich eines schon bei'm Läutern gekleinten und durch Wärme getrockneten Salpeters bediente, die kleinen Substanzen in kleinen Tonnen mengte, den Satz in Kuchen preßte und dann durch Walzen in Körner zerbrach. Diese Methode heißt die revolutionäre, oder die von Grenelle, oder auch die Chaptal'sche, obwohl dieser nur geringes Verdienst darum hatte. Man fand aber bald, daß das nach der revolutionären Methode gefertigte Pulver locker war und nicht hinreichende Transportfähigkeit hatte. Man erkannte den Grund dieses Fehlers nicht; er lag in der einmaligen Pression, die nicht hinreicht, dem Pulver Dichtigkeit zu geben. — Daß man übrigens auf diese Weise, wenn man den gemengten Satz, ehe er in Kuchen gepreßt wird, noch auf die Walzmühle bringt und ihn dann mehrere Stunden unter schweren rollenden Cylindern zusammendrücken läßt, ein gutes Pulver bereiten kann, das allen Anforderungen entspricht, zeigten mehrere andere Pulvermühlen, die später nach diesem Principe construirt wurden. — Man ging in Frankreich wieder davon ab und zur alten Methode zurück. Champy der Vater machte seit 1796 mehrere Vorschläge zu Verbesserungen, die aber selbst später wenig Eingang fanden, bis auf die Körntrommel, zur Bildung des runden Korns, die aber damals noch nicht wirklich eingeführt wurde.

Die Pulverfabrication wurde um diese Zeit in größter Vollkommenheit in England getrieben. Man hatte dort verschiedene neue Proceduren, von denen wir schon sprachen, als die Cylinder-Verkohlung, die

Digitized by Google

Dampftrocknung u. s. w., eingeführt, und wenn auch Congreve's Mengemaschine gar keinen, so wie seine Anwendung der Bramah'schen, statt der Schraubenpresse, anfangs keinen Beifall fand, so erwarb sich doch das englische Pulver einen großen Ruf, den bis dahin nur das französische und Berner getheilt hatte. Das Fabricationsquantum war dabei in England sehr bedeutend, es stieg in den ersten 12 Jahren dieses Jahrhunderts bis auf 8 Millionen Pfund jährlich. — In Frankreich scheint die Fabrication sehr in Verfall gerathen zu seyn, bis 1818 eine neue Verordnung über die Fabrication des Salpeters und Schießpulvers erschien und, in Folge der großen Menge als Contrebande in Frankreich eingeführten englischen Jagdpulvers, die neue Fabrik von le Bouchet für die eingegangene von Essonne, ursprünglich nur für Jagd-, später auch für Kriegspulver, angelegt wurde; sie arbeitete nach neuen Methoden und bediente sich besonders der sehr braunen Kohle, so wie theils der Champy'schen Methode zum Körnen des runden Pulvers, theils der hydraulischen Pressen und der Walzen zur Bildung der Kuchen zu eckigem Pulver. Die Erfahrung aber, daß das dort gefertigte Kriegspulver (1827) in einem hohen Grade die Geschütze verderbe, was man der braunen Kohle, der Körnerform, der großen Lockerheit der Masse, so wie der bis auf den Gipfel getriebenen Kleinung und Mengung, überhaupt der schnellen Verbrennung zuschreiben mußte, hat man Einiges von diesen Proceduren wieder aufgegeben. Alle diese Veränderungen haben noch wenig Eingang in andern Ländern gefunden; die meisten Pulvermühlen in Deutschland, Italien, Spanien, Schweden, die wir sahen, sind Stampfmühlen, Rußland hat Walzmühlen, England theils Walz- theils Stampfmühlen, und selbst in manchen Pulverfabriken Frankreich's hält man noch

Digitized by Google

sehr viel auf die alte Methode. — Zu Verbesserungen des Pulvers sind unzählige Vorschläge gemacht, doch meist ohne Erfolg. Eigentliche Versuche über die beste Fabrication sind nicht ohne große Schwierigkeiten; es wurden daher auch, wie erwähnt, noch keine ganz entscheidenden angestellt, und es ist nicht zu läugnen, daß man, was das Kriegspulver betrifft, abgesehen von den Productions-Quanten und Kosten, auch jetzt noch mit der Stampfmühle allenfalls ausreichen kann.

3. Die Bereitung des Schießpulvers.

In den letzten 60 Jahren hat man, wie wir zeigten, statt der bis dahin allgemein üblichen Stampfmühlen sehr verschiedene Methoden eingeführt, die sich auf das Mannichfachste untereinander vermischt haben, so daß wenige Fabriken eine durchaus eigenthümliche Methode besitzen. Wir werden die verschiedenen Proceduren hier beschreiben, so viele deren sind und in so vielen wesentlichen Modificationen wir sie kennen lernen konnten. Man stellt gewöhnlich jede einzelne Methode für sich mit allen ihren Unterabtheilungen in der Beschreibung zusammen; wir haben es aber, eben weil fast nirgends eine Methode scharf gehalten wird, vorgezogen, die Beschreibung nach den Hauptabstufungen: Kleinen, Mengen, Zusammendrükken, Körnen, Poliren und Trocknen zu ordnen, und so es übersichtlicher zu machen, wie ein Zweck auf verschiedenem Wege erreicht werde.

Digitized by Google

a. Der chemische Theil der Pulverfabrication.

Das Mischungsverhältniß des Pulvers.

Ueber den für die Pulverwirkung so wichtigen Gegenstand, das Mengungsverhältniß, besitzen wir zahlreiche Versuche. Schon die ältesten Schriftsteller geben, wie wir sagten, das Verhältniß von 6 Salpeter zu 1 Schwefel und 1 Kohle (75 : 12, 5 : 12,5) als das beste an. Als man größere Mengen Pulver bedurfte, suchte man es durch eine Verminderung des Salpeters wohlfeiler zu machen und ging bis zu 30 Procent herab. Die ersten ausführlichen Versuche, welche 1696 zu Essonne angestellt wurden, führten aber zu jenem alten Verhältnisse wieder zurück. — Seitdem sind fast in jeder Pulvermühle Versuche über diesen Gegenstand gemacht worden, die, wie wir bald näher zeigen werden, alle diesem Verhältnisse sehr nahe führten, wenn auch bei dem verschiedenen Grade der Reinheit der Substanzen, ihrer Kleinung und Mengung, so wie der verschiedenen Größe und Form der Körner sich nothwendig kleine Abweichungen von diesem Grundtypus zeigen mußten.

Es ist vielfach versucht worden, den Schwefel aus dem Pulver wegzulassen, und zwar besonders deshalb, weil er die Waffen sehr angreift. Die meisten Untersuchungen aber, zumal die von 1756, ergaben, daß ein Pulver ohne allen Schwefel langsamer brenne und weniger Gas gebe, auch schien sich der Rückstand zu mehren. Daß das Erstere nothwendig eintreten mußte, wird die spätere Betrachtung zeigen; der Rückstand aber vergrößert sich aus doppeltem Grunde, einmal nämlich, weil unter diesen Umständen von 100 Theilen Pulver 58,1 Theil (kohlensaures Kali), wenn aber das obige Schießpulververhältniß genommen wird, nur 41,9 (Schwefelka-

Digitized by Google

lium) unverbrannt bleiben, und dann ferner, weil von diesen Rückständen bei dem heftiger verpuffenden Schießpulver mit Schwefel, eine größere Menge aus dem Geschütze herausgeworfen wird, als von dem weniger energisch wirkenden ohne Schwefel. Daher kommt es auch, daß schwefelhaltiges Pulver einen stärkern Rauch giebt, als Pulver ohne Schwefel. — Doch haben auch einige Versuche für ein Pulver ohne Schwefel zu sprechen geschienen; allein es läßt sich wissenschaftlich nachweisen, daß zur völligen Zerlegung des Salpeters 12 Procent Schwefel gehören und durch eine Mehrzugabe von Kohle nicht ersetzt werden können. Eben so müßte, wie leicht nachzuweisen, der Rückstand in dem Maaße sich mehren, als der Schwefelgehalt unter 12 Procent bleibt. Wollte man der Conservation der Waffen wegen einen Theil der Pulverkraft opfern, so könnte man eine Mischung der drei Substanzen construiren, die bloß schwefelsaures und kohlensaures Kali zurückließe, ein Gemenge, was allerdings weder Kupfer noch Eisen merklich angriffe; allein in größerer Menge und zwar trocken zurückbleiben und daher das schnelle Schießen erschweren würde.

Abgesehen von dem chemischen Werthe des Schwefels im Pulver, ist er auch mechanisch, als Bindemittel, vermöge dessen es zu Körnern bildbar, fest auf dem Transport und weniger Feuchtigkeit ansaugend bei der Aufbewahrung wird, von der größten Wichtigkeit. Pulver ohne Schwefel zerfällt bekanntlich binnen Kurzem zu Staub. Indem man den chemischen Werth ganz übersah, glaubte man in Frankreich mittelst geringer Quantitäten anderer stärkerer Bindemittel den Schwefel ersetzen zu können. Man bediente sich der Gummiauflösung, erhielt aber, wie vorherzusehen war, für die Wirkung ungünstige Resultate.

Digitized by Google

Die Mischungsverhältnisse der Schießpulverarten der verschiedenen Länder werden gewöhnlich in Procenten der ganzen Mischung angegeben, es ist dann schwer zu übersehen, inwiefern sie übereinstimmen; Meyer hat daher die eine Verhältnißzahl eliminirt, indem er alle Mischungen auf 100 Theile Salpeter berechnete. In der folgenden, von ihm aufgestellten Tabelle folgen alle jetzt bekannten Sätze in der Ordnung hintereinander, daß derjenige den Anfang macht, wo der geringste, und der schließt, wo der größte Zusatz zu 100 Theilen Salpeter genommen wird.

Art des Pulvers.	Auf 100 Theile Salpeter.			
	Theile Kohle	Theile Schwefel	Summa der Kohle und des Schwefels.	
Polnisch Lissa . .	15,0	10,0	25,0	(ehemals berühmt)
Russisch Jagd- .	15,0	10,0	25,0	
" Pistolen- .	14,3	10,9	25,2	
Dartford . . .	15,6	9,8	25,4	
Englisch Kriegs- .	17,3	10,7	28,0	
le Bouchet Jagd-	16,4	11,7	28,1	
Curtis und Harvey	16,3	11,8	28,1	
Pigou und Wilks	17,4	10,9	28,3	
Poudre royal .	17,5	12,5	30,0	
Sächsisch Pirsch- .	16,9	13,9	30,5	
Spanisches . . .	16,5	14,1	30,6	
Hall in Faversham	18,8	11,8	30,6	
Champy . . .	24,75	6,25	31,0	
Waltsam Abbey .	18,75	12,5	31,25	
Guyton	19,7	11,6	31,3	
Tunbridge . . .	19,0	12,3	31,3	
Mailänd. Kriegspulv.	15,7	15,7	31,4	
Grenelle . . .	15,7	15,7	31,4	
Berner	18,4	13,1	31,5	
Baseler	18,4	13,3	31,7	

Digitized by Google

Art des Pulvers.	Auf 100 Theile Salpeter.		
	Theile Kohle	Theile Schwefel	Summe der Kohle und des Schwefels.
Oesterr. Scheiben-	17,5	15,0	32,5
Sächsisch Haken- .	21,6	10,9	32,5
Preußisch Kriegs- .	17,8	15,3	33,1
Amerik. =	16,6	16,6	33,2
Würtemb. Kanonen-	16,0	17,2	33,2
Franz. Kriegs- .	16,6	16,6	33,2
Miethen 1684 .	21,2	12,0	33,2
Schwedisch Kriegs-	12,0	21,3	33,3
Würtemb. Flinten-	14,3	19,8	34,3
Großh. hess. Kanonen-	14,4	20,4	34,8
Rundes Champy-	21,6	13,5	35,1
Großh. hess. Flinten-	14,5	21,2	35,7
Kurf. hess. Kriegs-	18,2	18,2	36,4
Haarburg . . .	19,4	19,4	36,8
Hannöv. Kriegs- .	15,2	25,3	40,5
Russisches Kanonen-	25,0	16,6	41,6
Holländisches . .	22,9	20,0	42,9
Oesterr. Geschütz-	23,6	22,2	45,8
Russisches Berg- .	25,0	25,0	50,0
Handels- . . .	29,0	23,9	52,9
Franz. Spreng- .	23,0	30,8	53,8
Oesterr. =	31,0	29,2	60,4
Franz. rundes Minen-	29,0	32,4	61,2
Chinesisches . . .	37,4	25,2	62,6

Beachten wir das Minen-, Berg- und Handelspulver nicht, wo bei'm letztern der Wohlfeilheit wegen der Salpetergehalt vermindert, bei beiden ersteren der Schwefelgehalt vermehrt wird, um ein langsamer verbrennendes, besser der Feuchtigkeit widerstehendes Pulver zu erhalten, und lassen wir auch die neuesten Sorten Jagdpulver unberücksichtigt, wo man den Salpetergehalt vermehrte, in der Meinung, da-

Digitized by Google

durch den Schwefel unschädlicher zu machen, — indem er theilweise sich in Schwefelsäure umwandelt und mit unzerlegt bleibendem Kali verbindet — so finden wir, daß alle Verhältnisse ziemlich nahe auf das altbekannte zurückkommen, wo 6 Theile Salpeter mit 1 Theil Kohle und 1 Theil Schwefel verbunden sind; dies giebt, wie gesagt, auf 100 Theile Salpeter 16,6 Kohle und 16,6 Schwefel, nur daß in den meisten Pulvern etwas mehr Kohle als Schwefel enthalten ist, wodurch wir noch sicherer 100 Salpeter, 18 Kohle und 16 Schwefel setzen.

Alle Pulververbrennungsprocesse, die chemisch untersucht werden, zeigen, daß sich, je besser die Verbrennung war, desto mehr Kohlensäure in der Gasmenge enthalten befinde, und daß in eben dem Maaße der Rückstand aus desto reinerm Schwefelkalium bestehe. Je unvollkommener dagegen die Verbrennung war, desto mehr Kohlenoxyd zeigt das Gas, und desto mehr kohlensaures und schwefelsaures Kali bleibt neben dem Schwefelkalium im Rückstande. Wir können daraus schließen, daß bei absoluter Verbrennung, welche das Maximum von Wirkung geben müsse, das Gasgemenge aus reiner Kohlensäure und Stickstoff und der Rückstand aus reinem Schwefelkalium bestehen würde.

Es scheint allerdings, daß, wenn man die Mengungsverhältnisse so einrichtete, daß statt Kohlensäure nur Kohlenoxydgas entstände, was durch Vermehrung des Kohlengehaltes wohl erreichbar wäre, sich, da das Kohlenoxydgas sich weniger bei seiner Bildung zusammenzieht und weniger Sauerstoff aufnimmt, als die Kohlensäure, ein bedeutend größeres Volumen an Gas bilden, also auch eine größere Wirkung entstehen müßte. Allein theils entbindet sich bei Verbrennung der Kohle zu Kohlensäure eine bedeutend höhere Temperatur, als bei'm Verbrennen

zu Kohlenoxyd, theils auch wird der Salpetergehalt in dem Maaße verringert, als der der Kohle zunimmt. Es ist daher natürlich, daß die Erfahrung aller Länder zeigt, daß, so wie man durch Vermehrung der Kohle die Bildung von Kohlenoxydgas herbeiführt, das Pulver an Kraft abnehme; denn diese Kraft ist abhängig, einmal von dem Gasvolumen, das überhaupt (bei mittlerer Lufttemperatur) entsteht, mehr aber noch von dem Grade der Ausdehnung, zu dem dieses Gasvolumen durch die frei werdende Wärme gebracht wird. Ist daher auch das erzeugte Gasvolumen an sich größer, wirkt aber eine geringere Wärme darauf, oder bedarf die Entwickelung derselben Wärmemenge einer längern Zeit, so kann, wie leicht einzusehen, die Wirkung dieses größern Gasvolumens kleiner seyn, als die eines geringern, bei welchem die Temperaturerhöhung schneller und in größerm Maaße eintritt.

Das zu lösende Problem besteht daher darin, die sämmtliche im Salpeter enthaltene Sauerstoffmenge in freies kohlensaures Gas umzuwandeln, und eben nicht mehr und nicht weniger Kohle, als dazu erforderlich, hinzuzufügen. Wir halten es für nöthig, ehe wir an die Erörterung dieses Problems gehen, die folgenden Sätze aus der Chemie in Erörterung zu bringen.

1) Alle Körper verbinden sich untereinander chemisch nur nach bestimmten Zahlenverhältnissen. Jedem einfachen Körper entspricht eine gewisse Zahl (Coefficient), welchen die Erfahrung ergiebt, und wenn sich zwei einfache Körper untereinander verbinden, so treten sie in einem Gewichtsverhältnisse zusammen, was gebildet wird durch die beiden Coefficienten, und zwar so, daß beide Substanzen entweder nach ihren einfachen, und die andere mit dem doppelten oder dreifachen Coefficienten in die Verbindung eingeht.

Digitized by Google

Es ist, z. B., der Coefficient (Mischungsgewicht, wie es die Chemie nennt) des Sauerstoffs = 8, der des Kohlenstoffs = 6, und diese beiden Substanzen verbinden sich wirklich nur in dem Verhältnisse von 8 : 6 zu Kohlenoxyd, und in dem Verhältnisse von 16 : 6 zu Kohlensäure. — Geht ein zusammengesetzter Körper ferner noch eine chemische Verbindung ein, so zeigt auch diese ein bestimmtes Mischungsgewicht, und zwar ist dies jedesmal die Summe der Mischungsgewichte der Bestandtheile, so daß das Mischungsgewicht des Kohlenoxyds 6 + 8 also 14, das der Kohlensäure 16 + 6 = 22 ist. — Der Salpeter ist doppelt zusammengesetzt, er besteht nämlich aus:

1 M.G. Kalium	39,2	1 M. G. Kali	39 2 + 8,0 = 47,2
1 " " Sauerstoff	8,0		
1 " " Stickstoff	14,0	1 M. G. Salpetersäure	14,0 + 40,0 = 54,0
5 " " Sauerst.	5 • 8 = 40,0		

mithin M. G. des Salpeters 47,2 + 54,0 = 101,2.

2) Wenn eine Substanz eine andere zusammengesetzte zerlegen und sich also mit einem ihrer Theile verbinden soll, so geschieht dieses um Vieles leichter, wenn noch eine andere Substanz zugegen ist, die eine große Neigung hat, sich mit dem ausgeschiedenen Theile der zerlegten Substanz zu vereinigen. Betrachten wir nun, diese Gesetze im Auge behaltend, die Zusammensetzung des Schießpulvers, so ist nicht zu zweifeln: diese Zusammensetzung müsse so eingerichtet seyn, daß das erstgenannte Gesetz bei der Verbrennung in Kraft treten könne, d. h., daß sich die Substanzen gegenseitig nach ihren Mischungsgewichten verbinden können. Wollte man mehr von einer Substanz hinzusetzen, als diese Mischungsgewichte für bestimmte geforderte Bedingungen verlangen, so würde dieser Ueberschuß die Verbindung stö-

Digitized by Google

ren und theilweise andere Producte geben; es würde, z. B., bei einer Verbindung von Salpeter mit Kohle, die Kohlensäure geben soll, ein Ueberschuß von Kohle eine theilweise Erzeugung von Kohlenoxyd hervorbringen. Mengt man Kohle mit Salpeter innig und entzündet dies Gemenge, so zerlegt die Kohle den Salpeter erst in luftförmige Salpetersäure und Kali; dann zerlegt sie die erstere wieder, um sich ihres Sauerstoffs zu bemächtigen. Es entsteht also aus dem Salpeter Kali, Sauerstoff und Stickstoff. Die Kohle vermag das Kali unter diesen Umständen nicht weiter in Kalium und Sauerstoff zu zerlegen. Sie verbindet sich bloß mit dem Sauerstoff der Salpetersäure zu kohlensaurem oder Kohlenoxydgase, und mengt sich mit dem gasförmigen Stickstoffe; das Kali, welches große Verwandtschaft zur Kohlensäure hat, behält gleich einen Theil davon zurück, der also nicht mit zur wirksamen Menge kommt. Wir sahen, daß die Salpetersäure in einem Mischungsgewicht Salpeter (101,2) fünf Mischungsgewichte Sauerstoff enthält. Um diese alle aufzunehmen, gehören (zur Bildung von Kohlensäure) $2\frac{1}{2}$ Mischungsgewicht Kohle, mithin $2{,}5 \cdot 6 = 15{,}0$. Es werden also, um 101,2 Salpeter zu zerlegen, mindestens 15,0 Kohle gefordert, die damit 2,5 Mischungsgewicht Kohlensäure bilden würden, wovon das eine Mischungsgewicht Kali ein Mischungsgewicht des zersetzten Salpeters zurückhält. Die ganze Gasmenge betrüge daher noch 1,5 Mischungsgewicht kohlensaures Gas und 1 Mischungsgewicht Stickstoffgas. — In Gewichtstheilen ausgedrückt geben 100 Pulver (bestehend aus 87,1 Salpeter und 12,9 Kohle)

Rückstand	59,5
Gas	40,5
	100,0

Digitized by Google

Oder specieller:

Das Pulver enthielt:

Kalium	33,7	Kali	40,6	Salpeter	87,1
Sauerstoff	6,9				
Stickstoff	12,0	Salpetersäure	46,5		
Sauerstoff	34,5				
Kohle	12,9				12,9
					100,0

Es entstand:

Kohle	12,9	kohlensaures Gas	47,4
Sauerstoff	34,5		
Stickstoffgas	12,0		12,0
Freies Kali	40,6		40,6
			100,0

Das Kali sättigt sich mit Kohlensäure, es bleibt daher:

Freies Kali	40,6	kohlensaures Kali als Rückstand	59,5
Kohlensäure	18,9		
Stickstoffgas	12,0	Gas	40,5
Kohlensaures Gas	28,5		
			100,0

Die Zersetzung des Salpeters geschah dabei zwar vollkommen, aber langsam und mit geringer Wärmeentwickelung. Die obige Gasmenge würde daher wenig ausgedehnt werden und die Wirkung auf Forttreiben von Projectilen u. s. w. nur gering seyn. 101,2 Salpeter mit 15 Kohle geben daher ein schlechtes Schießpulver.

Nicht viel besser wird es, wenn wir statt 2,5 Mischungsgewicht Kohle drei (also auf 101,2 Salpeter 18) nehmen. Es bilden sich dann 2 Mischungsgewichte kohlensaures Gas und 1 Kohlenoxydgas. Das Gasgemenge bleibt, nachdem das Kali sein

Mischungsgewicht Kohlensäure zurückbehalten, bestehend aus 1 Mischungsgewicht kohlensaurem, 1 Mischungsgewicht Kohlenoxyd- und 1 Mischungsgewicht Stickstoffgas. — In Gewichtstheilen ausgedrückt geben 100 Pulver (bestehend aus 85 Salpeter und 15 Kohle)

Rückstand	58,1
Gas	41,9
	100,0.

Oder specieller:

Das Pulver enthält:

Kalium . .	Kali . . 39,7	Salpeter	85,0
Sauerstoff . .			
Stickstoff . .	Salpetersäure 45,3		
Sauerstoff . .			
Kohle			15,0
			100

Es entstand:

Kohle . . 10	kohlensaures Gas	36,8	
Sauerstoffgas 26,8			
Kohle . . 5	Kohlenoxydgas	11,7	
Sauerstoff . 6,7			
Stickstoffgas		11,8	
Freies Kali		39,7	
		100,0	

Das Kali sättigt sich mit Kohlensäure, es bleibt daher:

Freies Kali . . 39,7	kohlensaures Kali als Rückstand		58,1
Kohlensäure . . 18,4			
Kohlensaures Gas 18,4			
Kohlenoxydgas . 11,7	Gas		41,9
Stickstoffgas . 11,8			
			100,0

Digitized by Google

Auch hier ist die Verbrennung noch langsam und die Temperatur nur gering. Wollte man nun die Kohle noch vermehren, so würde sich immer mehr Kohlenoxydgas und weniger Kohlensäure bilden und die Wirkung immer geringer werden. — Fänden wir ein Mittel, dem zurückbleibenden Kali die Neigung zu nehmen, ein Mischungsgewicht Kohlensäure zurückzuhalten, ja könnten wir es zerlegen, und so noch das eine darin enthaltene Mischungsgewicht Sauerstoff freimachen, so würde die Verbrennung bedeutend heftiger werden, indem man dann nach dem zweiten oben genannten Gesetze die Zersetzung des Salpeters erleichterte; dadurch würde die Temperatur wachsen, also auch die Wirkung der Gase, und die Gasmenge an sich würde ohnedies sehr bedeutend vergrößert.

Ein solches Mittel besitzen wir nun im Schwefel, und es bleibt merkwürdig genug, daß schon die Alten dieses einzige vorhandene Mittel herausfanden, und es ist ferner unbezweifelt, daß man den Schwefel nur dann durch Gummi oder andere Bindemittel kann ersetzen wollen, wenn man seine eigentliche Wirkung im Schießpulver gar nicht erkannt hat. Der Schwefel besitzt eine große Verwandtschaft zum Kalium; dennoch kann er das Kali bei dieser schnellen Verbrennung nicht zerlegen, ohne Anwesenheit von Kohle, die den Sauerstoff anzieht, eben so wie die Kohle wieder es nicht zerlegen kann, ohne Anwesenheit des Schwefels, der das Kalium anzieht. Giebt man nun ein Mischungsgewicht Schwefel (16) zu dem obigen Gemenge von 1 Mischungsgewichte Salpeter (101,2) und 3 Mischungsgewichten Kohle (18), so stellt sich der Proceß ganz anders. Der Salpeter wird nun vollkommen zerlegt in 1 Mischungsgewicht Kalium, 1 Stickstoff und 6 Sauerstoff; diese letzteren verbinden sich mit den 3 Mischungsgewichten Kohle gerade zu 3 Mischungsgewichten kohlensaurem Gas;

Digitized by Google

das 1 Mischungsgewicht Kalium verbindet sich mit dem einen Mischungsgewicht Schwefel zu 1 Mischungsgewicht Schwefelkalium, das im Rückstande bleibt und nun nicht, wie das Kali im obigen Falle, Kohlensäure zurückhält. Das Gasgemenge besteht jetzt also aus 1 Mischungsgewicht Stickstoff- und 3 Mischungsgewichten kohlensaurem Gase; dabei ist die Zersetzung ungeheuer viel schneller, und die Wärmeentwickelung wegen der mehrfachen Doppelverbindungen und der vollkommenen Verbrennung der Kohle zu kohlensaurem Gase bedeutend größer.

Wir sehen mithin, der bestmöglichste Zusatz von Kohle und Schwefel auf Salpeter ist, daß man auf 101,2 des letztern 16 Schwefel und 18 Kohle nimmt. Dies auf 100 Salpeter berechnet giebt 25,8 Schwefel und 17,8 Kohle, welches genau dem aus der Praxis gefundenen oben angegebenen Verhältnisse von 100 : 16 : 18 entspricht.

Dieses Pulver besteht daher aus:

Kalium	29,3	Kali . . 35,15		Salpeter 74,90
Sauerstoff	5,85			
Stickstoff	10,5	Salpetersäure 39,75		
Sauerstoff	29,25			
Schwefel				11,8
Kohle				13,3
				100,0

Es entsteht bei der Verbrennung:

Kalium	29,3	Salpeterkalium als Rückstand		41,1
Schwefel	11,8			
Kohle .	55,10	kohlensaures Gas 48,4		Gas 58,9
Sauerstoff	35,10			
Stickstoff				
				100,0

Digitized by Google

Die 58,9 Procent Gas würden bei mittlerer Temperatur der Luft 288mal den Raum des Pulvers einnehmen, aus dem sie entwickelt wurden. Nach der Beobachtung fand

Saluces das 266fache
Robies = 244 =
Hawsbee = 232 =

also sehr nahe dem berechneten.

Ure nimmt dasselbe Verhältniß an; er berechnet aber die Gase, als bildete sich Kohlenoxyd- und schwefeligsaures Gas, in welchem Falle sich 783,7 mal so viel Gas, als das Pulvervolum betrug, entwickeln mußte; dies ist aber nicht der Fall, auch entwickelt sich fast niemals schwefeligsaures Gas, und Kohlenoxydgas nur in kleinen Mengen. Man sieht aus obigen Erörterungen, daß es eine, obwohl in fast allen Lehrbüchern der Artillerie und Chemie aufgenommene, doch vollkommen unrichtige Erklärung der Wirkung des Schwefels im Schießpulver ist, wenn man angiebt, er verbreite das von der Kohle empfangene Feuer um so schneller und trage durch seine Entzündlichkeit zu der des Schießpulvers bei. Je besser das Pulver ist, desto weniger verbrennt er, d. h., verbindet er sich mit Sauerstoff; je mehr er verbrennt, desto schlechter ist die Wirkung. Nicht seine Verwandtschaft zum Sauerstoff ist hier hülfreich, denn diese wird durch die Anwesenheit der Kohle vernichtet, sondern seine Verwandtschaft zum Kalium macht, daß die Zersetzung des Salpeters leichter und vollständiger wird, und daß mehr Sauerstoff zum Verbrennen der Kohle sich bildet.

Man kann nach Obigem wohl annehmen, man sey mit dem Mengungsverhältnisse des Schießpulvers im Reinen. Mit den gegebenen Substanzen wird nicht füglich eine höhere Kraftentwickelung durch bloße Veränderung der Mengungsverhältnisse zu er-

Digitized by Google

reichen seyn, nur eine innigere mechanische Verbindung der Substanzen kann Erhöhung der Kraft hervorbringen, indem sie die immer unvollkommene Verbrennung der theoretisch vorausgesetzten absoluten Verbrennung näher bringt; je höher die mechanische Vorbereitung gesteigert wird, desto überwiegender wird die Richtigkeit der Mengungsverhältnisse hervortreten; je weniger Fleiß man aber auf diese verwendet, desto mehr verschwinden kleine Abweichungen von den richtigen Verhältnissen, die sich ohnehin nicht ganz so geltend machen, als man wohl vermuthen sollte, weil die Holzkohle weit entfernt ist, reiner Kohlenstoff zu seyn, wie es die theoretische Entwickelung voraussetzte, und das Pulver immer überdies durch Feuchtigkeit u. s. w. um etwas in seiner eigenthümlichen Natur gestört wird.

Wenn auch das stärkste Pulver jetzt schon für einige Zwecke zu zerstörend wirken dürfte, so wäre es doch vielleicht für einzelne Richtungen wünschenswerth, ein noch stärkeres Pulver zu haben, als aus den gewöhnlichen Substanzen bereitet werden kann, wenigstens hat man es oft versucht. — Was diese Verstärkung betrifft, so scheint es, als sey sie auf drei verschiedene Arten denkbar; einmal nämlich könnte man die absolute Gasmenge, welche durch das Schießpulver erzeugt wird, vermehren, ohne daß dabei die bei der Verbrennung erzeugte Temperatur erhöht würde; oder aber man müßte die Gasmenge unverändert lassen und die Temperatur erhöhen, d. h., die Verbrennung beschleunigen, oder endlich, man steigerte beide Momente. Alle Erscheinungen bei'm neuen französischen Pulver, bei'm muriatischen, bei den Knallpräparaten, bei'm Steinsprengen u. s. w. deuten ganz bestimmt darauf hin, daß die Vermehrung der Temperatur eine stoßweise Vergrößerung der Kraft, also eine mehr zerschmetternde, Geschütz

zerstörende herbeiführt, ja bei den Knallpräparaten, wo nur höchst wenig Gas, aber dies sehr schnell, entwickelt wird, tritt diese Wirkung so hervor, daß die Druckkraft auf das Geschoß ganz verschwindet, eben so bei'm Steinsprengen mit sehr schnell verbrennendem Pulver. Es scheint dagegen, als würde eine bloße Vermehrung der Gasmenge nur druckartig vortheilhaft für die Schußweiten, und wenig zerstörend mehr auf das Geschütz wirken. Leider steht uns aber kein Mittel zu Gebote, diese Gasmengen zu mehren, und alle Verbesserungen bei'm Schießpulver haben nur den Erfolg, die Verbrennung zu beschleunigen, also die zweite nicht erwünschte Wirkung, der Erhöhung der Temperatur, zu geben. Die zu Gebote stehenden verbrennlichen Substanzen sind nicht vortheilhafter, als die Kohle, welche sich ganz in Gas verwandelt; sie würde nur durch eine Substanz zu ersetzen seyn, welche dieselbe Eigenschaft hätte, ohne daß sich das Gas, wie es die aus dem Kohlenstoff entstehenden thun, bei ihrer Bildung zusammenzöge, also verminderte. Wir kennen keinen solchen Stoff. Eben so wenig besitzen wir Sauerstoff liefernde Substanzen, die mehr Gas gäben, als der Salpeter und dabei seine guten Eigenschaften theilten.

Die andern salpetersauren Salze sind im Großen nicht zu einer Verstärkung anzuwenden, obwohl einige mehr Sauerstoff haben, als das salpetersaure Kali; sie geben zwar entzündliche Gemenge, aber sie zersetzen sich meist nicht hinreichend schnell; einige sind zerfließlich an der Luft und schon daher nicht zu gebrauchen; alle aber kommen theurer zu stehen, als der Salpeter, da sie nicht, wie er, sich von selbst in der Natur bilden. Der Braunstein giebt zwar auch Sauerstoffgas bei'm Glühen, aber bewirkt mit Kohle nur eine sehr geringe Detonation, da der Sauerstoff

nur schwer zu befreien ist. Wird er, statt des Salpeters, zum Pulver genommen, so giebt er im Probemortier etwa $\frac{1}{10}$ der Wurfweite des ordinären Pulvers.

Seit der Entdeckung des chlorsauren Kalis ist man oft darauf zurückgekommen, es als Verstärkung dem Pulver zuzusetzen, da es sich mit Kohle sichtbar leichter zersetzt, als der Salpeter und eine heftigere Verbrennung giebt. — Die allerdings nicht gefahrlose Bereitung eines solchen Pulvers würde sich noch überwinden lassen; allein das chlorsaure Kali hat in 100 Theilen weniger Sauerstoff, als der Salpeter. Es giebt ihn leichter ab; dadurch wird aber nicht die absolute Gasmenge größer, sondern nur die Temperatur erhöht, also das Geschütz mehr in Anspruch genommen; allerdings liegt diese Vermehrung der Geschwindigkeit bei dem jetzigen muriatischen Pulver noch in den Grenzen, wo eine vermehrte Wirkung auf die Kugel auch sichtbar bleibt. Mengte man aber dieses Pulver eben so innig, als das gewöhnliche (was bei den bisherigen Versuchen der Gefahr wegen noch nicht anging), so würde höchst wahrscheinlich die zerstörende (stoßende) Wirkung in bei weitem schnelleren Grade steigen, als die treibende (drückende). Die Wirkung dieses Pulvers auf die Wurfweiten ist auffallend groß. Boëtté und Riffault geben an, daß gleiche Mengen Schießpulver und muriatisches in demselben Probemortier, das erstere 576°, das letztere 1173° Wurfweite gegeben haben. Meyer erhielt mit dem kleinen Gewehre fast eben so große Unterschiede. — Nach den französischen Versuchen (1793) mit muriatischem Pulver erhielt man folgende Resultate:

1) Mit Darcy's Pendelprobe:	2) Nach Reynier's:
2 Onth. mur. Pulver gaben 15,1°	mur. Pulver 42°
2 = feuchtes = = 14,05	= = 51°
2 = bestes Schießp. = 10,35	feuchtes = 52°

Digitized by Google

2 Untch. feucht. Pulver gaben 10,08 beſt. Schießp. 28°
3 = muriat. = = 20,38 = = 22,5
3 = beſtes Schieß. = 16,3

Zum Sprengpulver in Petarden, zu feſtgedrückten Brandſätzen u. ſ. w. würde ſich daher das muriatiſche Pulver ſehr gut eignen. Es hat eine ſehr große Sprengwirkung, wie die Verſuche mit Granaten, die Welter anſtellte, zeigten, wo die Granaten immer in nußgroße Stücken zerriſſen wurden; zu Zündungen aber wendet man es wegen des Verderbens der Waffen nur ungern an.

Das chlorſaure Kali iſt bedeutend theurer, als der Salpeter, und wird es immer bleiben, da die Natur es nicht bereitet. Auch andere Uebelſtände erſchweren ſeine Anwendung. Das Pulver muß bei der Bereitung ſtark angefeuchtet werden, zumal wenn man gar, nach Coſſigny's Vorſchlage, das Salz in Waſſer auflöſen und die andern Subſtanzen ſo einrühren will, wodurch bei'm Trocknen ein lockeres, wenig transportables, wahrſcheinlich daher auch ſtark Feuchtigkeit anziehendes Pulver entſteht; auch dürfte der Transport, wenn man viel des Salzes zum Salpeter ſetzte, immer ſehr gefährlich bleiben, indem Fälle vorgekommen ſeyn ſollen, wo ſich das muriatiſche Pulver von ſelbſt bei völlig ruhiger Aufbewahrung entzündet. Dieſe Selbſtentzündungen ſind beſonders bei ſchwefelreichen Compoſitionen und bei Aufbewahrung größerer Mengen vorgekommen. Coſſigny hat zwar, um dieſe Gefahr zu vermeiden, vorgeſchlagen, das fertige gewöhnliche Schießpulver erſt im Augenblicke des Verbrauchs mit feingeriebenem chlorſauren Kali zu beſtreuen; allein die Unausführbarkeit dieſes Vorſchlages leuchtet wohl ſogleich ein. — Eben ſo unvortheilhaft iſt das muriatiſche Pulver in Bezug auf die Waffen, da das ſich entwickelnde Chlor die Metalle, beſonders das Eiſen, ſtark angreift und

Digitized by Google

Mittel, dem abzuhelfen, andere Uebelstände herbeiführen. Dennoch würde für das Jagdpulver es wahrscheinlich höchst ersprießlich seyn, wenn man einige Procente dieses Salzes zusetzte; es würde bedeutend mehr zusammenbrennen, eine größere Treibkraft geben, weniger schleimen, ohne daß dabei die Waffe bemerklich mehr angegriffen würde. — Die Fabrication würde dieses Zusatzes wegen, den man gleich bei'm Kleinen schon dem Salpeter beigiebt, nicht verändert zu werden brauchen. — Die Mengungsverhältnisse bleiben bei'm muriatischen Pulver, wenn es als Ladung gebraucht werden soll, in Bezug auf das Verhältniß der Mischungsgewichte von chlorsaurem Kali und Kohle, völlig gleich mit denen des gewöhnlichen Schießpulvers, da die Sauerstoffmengen, die Salpeter und chlorsaures Kali bei der Verpuffung abgeben, wie wir oben zeigten, gleich sind; nur daß das Mischungsgewicht des chlorsauren Kali 122,6, statt daß das des Salpeters 101,2 ist. Mengte man daher chlorsaures Kali und Salpeter zu gleichen Theilen, so müßte man auf 18 Theile Kohle 50,6 Salpeter und 61,3 chlorsaures Kali geben.

Es wäre wohl möglich, daß bei diesem Pulver der Schwefel weggelassen werden könnte, da dieser hier das Kali nicht zu zersetzen braucht. Diese Zersetzung nimmt das Chlor vor, das übrigens die Rolle des Stickstoffs im Salpeter spielt, aber nicht, wie dieses, gasförmig bei der Verbrennung entweicht, sondern mit dem Kalium des Kali's, was also hier sein 6. Mischungsgewicht Sauerstoff zu den 5 der Chlorsäure von selbst hergiebt, verbunden zurückbleibt. Doch detonirt ein muriatisches Pulver ohne Schwefel schwerer durch den Schlag, und der Rückstand dieses Pulvers greift die Waffen an, wie der des mit Schwefel gemengten. Dieser Gegenstand ist daher noch nicht völlig aufgeklärt.

Digitized by Google

Der Angriff der Waffen durch dieses Pulver entsteht theils durch etwas frei werdendes Chlor, theils durch etwas schwefelige Säure. Wir sagten schon früher in einer militärischen Zeitschrift, und Gay Lussac fand es auch bei seinen Versuchen in Frankreich, daß man diesem Uebel durch Beimengung von etwas kohlensaurem Natrum zum Pulver begegnen könne, daß aber die Entzündlichkeit sich dadurch zu sehr vermindere.

Die Gasentwickelung und der Rückstand stellen sich folgendermaaßen bei diesem Pulver, wenn man den Schwefel wegläßt.

Zusammensetzung:

1 Atom chlorsaures Kali	= 122,6	= 85,7
3 „ Kohle . . .	= 18,0	= 14,3
	140,6	100,6

Rückstand:

1 Atom Chlorkalium . .	= 74,6	= 53,6

Gasmenge:

3 „ Kohlensäure . .	= 66,0	= 46,3
	140,6	100,6

Das Pulver giebt daher weniger Gas, als das Schießpulver und wird, wenn man es diesem auch nur theilweise beimengt, dessen Gasmenge vermindern. Seine dennoch stärkere Wirkung entsteht mithin, wie wir schon sagten, nur durch die sehr schnelle Verbrennung, wobei theils alle erzeugte Wärme mehr auf einmal auf die Gasmenge wirkt, theils weniger davon durch die Umgebungen abgeleitet wird. Daher kommt es, daß, wenn man Pulver mit chlorsaurem Kali und gewöhnliches Pulver auf gleiche Metallplatten unter gleichen Umständen abbrennt, die Platte, worauf das gewöhnliche Pulver liegt, viel heißer

Digitized by Google

wird. — Die Flamme des muriatischen Pulvers ist weißer, als die des gewöhnlichen, weil mehr von glühendem Rückstande mit aufgerissen wird.

Vergnaud versuchte Mengungen von Jagdpulver und Knallqueckſilber zu gleichen Theilen und fand, daß bei Waffen mit kurzer Seele die Schußweiten sehr bedeutend vergrößert wurden, während in langen Seelen kaum ein Unterschied zu bemerken war; doch litten die langen Läufe sehr, die kurzen blieben unverändert. Früher glaubte man das Pulver bedeutend zu verbessern, wenn man den Satz mit sehr schwachem Kalkwasser, statt reinem Wasser, befeuchtet. Der Nutzen davon ist nicht einzusehen; eben so wenig, als eine Unze starke Salpetersäure eine Masse von 10 Pfund Pulver bedeutend verstärken kann, wie man in England beobachtet zu haben glaubte. Flüssige Salpetersäure ist so flüchtig, daß sie gleich entweicht. Die einzige mögliche Einwirkung derselben wäre, daß sie das in der Kohle befindliche kohlensaure Kali in salpetersaures verwandelt, wodurch eine innigere Mengung von Salpeter und Kohle entsteht und die hygroscopische Kraft des kohlensauren Kali's vernichtet würde. — In England will man gefunden haben, daß eine geringe Befeuchtung mit Oel das Pulver kräftiger macht. Es ist nicht wahrscheinlich; sonderbar genug soll sich solches Pulver an der Luft nicht gut erhalten, was gerade zu erwarten gewesen wäre. — Ein kleiner Zusatz von gebranntem Kalk soll, wenn er kurz vor dem Entzünden zum Pulver gemischt wird, dessen Kraft verstärken, vielleicht, indem er ihm Feuchtigkeit entzieht und es dabei etwas erwärmt. Ein aus Salpeter dem Knallqueckſilber analoges Präparat darzustellen, ist uns nicht gelungen; dennoch sprachen französische Schriftsteller davon, als wäre es ein längst bekanntes Präparat.

Digitized by Google

b. Der mechanische Theil der Pulverfabrication.

Das Kleinen der Substanzen.

Das Kleinen der Substanzen ist überaus wichtig für die Fabrication des Pulvers, weil davon der Grad der innigen Verbindung, die man ihnen später geben kann, abhängig ist. Zuerst rieb man die Bestandtheile bloß gröblich in marmornen Mörsern, während man sie jetzt fast in ihre mechanischen Atome zerlegt. — Bei den Stampfmühlen brachte man lange Zeit die Substanzen in ihren richtigen Gewichtsverhältnissen in die Mörser und ließ sie alle zugleich kleinen, mengen und zusammendrücken. Theils aber geschahen viele Explosionen im Anfange des Stampfens, was, wie Cossigny richtig vermuthete, durch Selbstentzündung der Kohle veranlaßt wurde, theils konnte man nicht mit Sicherheit das Einmengen fremder Stoffe in die ungekleinten Substanzen vermeiden; — man fing daher, auf Cossigny's Veranlassung, um das Ende des vorigen Jahrhunderts in Isle de France an, die Kohle für sich zuerst zu kleinen und, wenn diese oberflächlich gepulvert war, Schwefel und Salpeter zuzusetzen. In Frankreich ahmte man dies Verfahren erst seit 1795 nach; doch haben sich in Essonne im Jahre 1800 noch zwei neue Unglücksfälle auf dieselbe Weise ereignet. Man befeuchtet daher die Kohle, wie erwähnt, in neuerer Zeit zur größeren Sicherheit noch mit Wasser. Auf österreichischen Stampfmühlen sollen dagegen noch jetzt alle drei Substanzen zugleich gekleint werden, und zwar legt man die Kohlen zu unterst in den Mörser, den Schwefel darauf und oben den Salpeter, das Ganze mit $2\frac{1}{2}$ Procent Wasser befeuchtet.

Besser ist es jedenfalls bei der Stampfmethode, die Substanzen für sich zu kleinen; denn namentlich

der Schwefel kleint sich durch Stampfen mit andern Substanzen nur höchst schwer. Er muß durchaus vor dem Anwenden noch gesiebt werden, da kleine darin gebliebene Stückchen sich später bei der Mengung mit Salpeter nicht mehr zerstampfen lassen. Man kochte deshalb früher an einigen Orten den Stangenschwefel erst in Wasser, wodurch er leichter zermalmbar wird. — Auch der Salpeter ist nicht leicht durch Stampfen zu kleinen; nach achtstündigem Stampfen ist er noch nicht fein.

Sehr früh schon bediente man sich zum Kleinen der Substanzen der Walzmühle. Sie ist sehr wirksam, hat aber den Fehler daß sehr viel von den Substanzen verstaubt. Sie eignet sich daher allenfalls zum Zerkleinen des Schwefels und des Salpeters, aber kaum zu dem der Kohle. Die Mühle bewegt gewöhnlich zugleich ein Sieb oder einen Sichtbeutel, welcher dem in den Mahlmühlen üblichen ähnlich ist, und durch welchen der staubförmige Theil von den noch darin befindlichen Stückchen gesondert wird. Man mahlt in England, wo der Salpeter geschmolzen ist, diesen auf einer besondern Mühle, und den Schwefel und die Kohle auf einer andern, aber auch diese nicht gleichzeitig. In Frankreich bediente man sich dazu in den Fabriken, die Walzmühlen haben, der Walzen und des Lagersteins von Glokkenmetall, oder einer gewöhnlichen Mahlmühle, worin statt der Mühlsteine bronzene gerippte Platten befindlich sind. Zu dieser Zerkleinerung werden die Crystalle, wenn es nöthig ist, zuvor getrocknet. — Auf einem solchen Mühlgange mahlt man in 12 Stunden 10 Centner. Schwefel kleint sich schwer darauf. Das revolutionäre Verfahren, dem alle diese Proceduren zu zeitraubend waren und zu viele Maschinen und Betriebskräfte erforderte, wählte eine andere Methode des Kleinens. Man nahm hölzerne

Tonnen, 2½ Fuß lang und 1½ Fuß im größten Durchmesser, die horizontal liegend um ihre Achse drehbar waren; man füllte 70 Pfund Satz, aus ungekleinten Substanzen zusammengesetzt, mit 200 Pfund kleinen Kugeln in dieselben und ließ sie nun 12 Stunden umdrehen. — Später aber kam man darauf zurück, die Kleinung erst auf Walzmühlen vorzunehmen, die Substanzen sieben zu lassen und sie dann erst zur Mengung in diese Tonnen zu geben.

Neuerdings ist man in Frankreich, da man für Kriegspulver dort auf drei Pulvermühlen die Stampfen wegen des eine Zeit lang üblich gewesenen runden Korns ganz abschaffte, wieder auf das Kleinen der Kohle und des Schwefels in Tonnen zurückgekommen. Man bedient sich, nach Bergnaud, entweder eiserner Trommeln oder hölzerner; die eisernen sind ganz von Blech und haben im Mantel nach innen 12 vorstehende Längencannelirungen, gegen welche die Kugeln anschlagen und so die Substanz zermalmen. Man kleint die Kohle und den Schwefel zugleich, und zwar setzt man auf 20 Pfund Satz 150 Pfund Bronzekugeln und bearbeitet diese 4 Stunden lang, für Jagdpulver 12 Stunden. Die hölzernen Trommeln sind größer und von ähnlicher Construction. In Oesterreich wendet man diese letzteren an und bringt 75 Gewichtstheile (Schwefel und Kohle im richtigen Verhältnisse) mit 150 Bronzekugeln auf einmal in jede, worauf 10,000 Umdrehungen, wovon 30 in einer Minute, gemacht werden. Nach einer andern Einrichtung streicht ein, durch einen Ventilator erzeugter, starker Windstrom durch die hohle Achse der Tonne und trägt den feinen Staub in eine Seitenkammer, wo er auf Tüchern sich niederschlägt und dabei, je nach seiner Feinheit, weiter von der Mündung ablagert. Die zu mahlende Substanz wird durch einen Mühlentrichter gekleint der Tonne zuge-

führt. Die Subſtanzen kommen auf dieſe Weiſe zu einem unglaublich hohen Grade der Vertheilung, und es ſcheint, als ob dieſe mit ein Grund der zerſtörenden Wirkſamkeit des neuen franzöſiſchen Pulvers geweſen ſey. Vergnaud führt an, daß der ſo fein geriebene Salpeter in zwei Stunden ſo zuſammenbacke, daß er mit Hämmern zerſchlagen werden müſſe. Es ſcheint, daß man die Ventilations-Methode in Frankreich wieder aufgegeben habe.

Zum Kleinen des Schwefels hat man in Frankreich noch eine ähnliche von Champy dem ältern vorgeſchlagene Maſchine. Ein vertikaler eiſerner gerippter Cylinder, der ſich in einem hohlen ebenfalls gerippten Cylinder um ſeine Achſe dreht, zerkleint den Schwefel oberflächlich, indem dieſer von oben nach unten durchgeht; unten wird er durch ein krummes Rohr in eine hölzerne horizontal ſich drehende Trommel, die mit Kugeln gefüllt iſt, gebracht; ein ſtarker Luftzug, durch einen Ventilator erzeugt, ſtrömt auch hier durch die Trommel. In 12 Stunden kleint die Maſchine 500 Kilogramm.

Die Kleinung in Trommeln mit Kugeln hat den Uebelſtand, daß bei dem öftern Aneinanderſchlagen der metallenen Kugeln Theile des Metalls abgerieben werden und die Subſtanzen verunreinigen. Im Anfange bediente man ſich der Bleikugeln, beſonders des Schrots zum Mengen, wobei über 1 Procent Blei in die Subſtanzen überging. Das Pulver gab damals vielen Rückſtand, den man für Kohle hielt, der aber gewiß Schwefelblei war. Jetzt wendet man allgemein Bronzekugeln an; allein obwohl man ſie aus harter Bronze, 75 Kupfer und 25 Zinn, bereitet, ſo laſſen ſie doch ziemlich viel Metall in den Subſtanzen zurück. Die Kugeln ſcheinen theils mechaniſch, theils chemiſch vom Schwefel und vielleicht vom feuchten Salpeter angegriffen zu werden; man

Digitized by Google

sollte daher Kupfer und Blei, beide sehr geneigt, sich mit Schwefel zu verbinden, überhaupt nicht anwenden. Eine Legirung von Zinn und Zink, vielleicht mit etwas Antimon oder Arsenik, würde bessere Dienste thun. Daß die Kugeln aber auch mechanisch Metall abgeben, sieht man aus der Angabe Aubert's, daß, wenn Kohle allein mit Bronzekugeln gemahlen wird, sie auch Bronze enthält. — Zum Mahlen der Kohlen wendet man jetzt wohl noch Blei- oder Zinnkugeln an.

Das Mengen und Zusammendrücken.

Eins der wichtigsten Momente der Pulverbereitung ist bei übrigens festgestellter Operation, das Abwägen der Bestandtheile, wobei im Allgemeinen noch nicht mit gehöriger Sorgfalt verfahren wird. In neuerer Zeit hat man zwar angefangen, bei der Kohle, welche allerdings bei ihrer bedeutenden Einsaugungskraft die größten Differenzen im Gewicht zeigen dürfte, eine größere Aufmerksamkeit anzuwenden; man verschließt sie in einigen Fabriken, wie erwähnt, nach dem Brennen hermetisch und sucht sie immer möglichst frisch zu verwenden. In einigen Pulvermühlen bewahrt man sie dagegen vor dem Verbrauche lange, über ein Jahr, auf, damit sie eine constante Menge Feuchtigkeit aufnehmen. — Bei'm Schwefel, der, wenn er einmal fein gepulvert ist, sehr dicht liegt, dürfte allerdings weniger von einer Gewichtsveränderung zu fürchten seyn; allein bei'm Salpeter, der jetzt immer als trocken vorausgesetzt wird, können die Unterschiede bei fein crystallisirtem bis zu 2 Procent ausfallen; bei mehlartiger ist die Ansaugung wahrscheinlich nicht so stark. Man sollte daher den Salpeter aus jedem Fasse gehörig durcheinander mengen, eine Probe nehmen und diese entweder trocknen und wieder wägen, oder sie in einer gewogenen Menge

Digitized by Google

Wasser auflösen und den wirklichen Salpetergehalt durch das specifische Gewicht der Lösung (Aräometer) bestimmen. Auch bei den Kohlen würde das Trocknen einer Probe, selbst bei den obigen Vorsichtsmaaßregeln, gute Dienste leisten; dies Trocknen kann sehr leicht auf dem Trockenapparate der Fabrik geschehen.

Als bloßen Mengapparat müssen wir der Congreveschen Mischmaschine gedenken, die, obwohl sie sich nicht völlig bewährt, doch eine geistreiche Anordnung hat. Jede der drei gekleinten und gesiebten Substanzen befindet sich in einem eignen Trichter, dessen untere Oeffnung durch eine cylindrische scharfe Bürste, die sich um ihre Achse dreht, geschlossen ist. Alle drei Bürsten bewegen sich durch dieselbe Umdrehung eines Rades; den Oeffnungen der Trichter, die zum Stellen eingerichtet sind, giebt man das Verhältniß, in dem sich die Substanzen mengen sollen, so daß, z. B., die des Salpeters zu denen der Kohle und des Schwefels sich wie 6 : 1 verhalten. Dreht man nun die Bürsten unter den Trichtern fort, so nimmt jede eine Schicht Substanz im gehörigen Verhältniß und wirft sie, mittelst eines Bandes ohne Ende, unten in einen gemeinsamen Kasten, wo dann die Masse in den gewünschten Verhältnissen gemengt ist. Man kann dies Verhältniß auch bei gleichen Trichteröffnungen durch verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeit der Bürsten erreichen. Um alle groben Theilchen abzusondern und die Mengung noch inniger zu machen, bringt Congreve die Mengung nochmals in einen Trichter, läßt sie ebenfalls wieder durch eine Bürste herausstreifen, durch diese auf ein feines Sieb bringen und dort gleich mit durchdrücken. Er wiederholt dies mehrmals. Versuche ergaben, daß die Mischung ziemlich richtig sey, aber doch nicht die für den vorliegenden Zweck nöthige Genauigkeit gebe.

Digitized by Google

Das Mengen geschah bei den alten Stampfmühlen, wie erwähnt, zugleich mit dem Kleinen; jetzt aber wird die ungekleinte Kohle erst eingetragen und dann nach einiger Zeit der schon gekleinte Schwefel und Salpeter zugleich zugesetzt.

Die Einrichtung der Stampfmühlen ist vielfach verändert worden; das Allgemeine derselben, wie sie jetzt in Frankreich üblich, ist folgendes: Ein Wasserrad bewegt eine Welle, in welche so viele Hebedaumen in einer Spirallinie eingesetzt, daß auf jede Umdrehung jeder Stempel zweimal gehoben wird. Diese werden vermittelst Rahmen, durch welche sie hindurchgehen, senkrecht gehalten. Sie sind von Buchenholz, 50 Pfund schwer und unten mit einer bronzenen birnförmigen Büchse vorgeschuht, die auch 50 Pfund wiegt und aus einer Legirung von 100 Kupfer und 22 Zinn besteht. Die Mörser sind in eine eichene, in die Erde gegrabene Schwelle eingesetzt; der Boden der Mörser ist von einem aufrecht stehenden Pflocke von hartem Holze gebildet, damit die Schläge auf die Hirnseite geschehen, und wird sphärisch ausgehöhlt, so daß die Grube mehr als eine halbe Kugel bildet, damit die an den Seiten heraufgetriebene Masse oben sich überlege und wieder unter den Stempel zurückfalle. In einigen deutschen Fabriken sind die Stampfen von Ahornholz, 80 Pfund schwer und geben 28 Stöße in der Minute; in österreichischen Stampfwerken schlagen drei Stampfen in ein Loch und geben zusammen 128 Schläge in der Minute. Es wird 43 Pfund Satz auf einmal eingebracht, die man bis 5 Stunden bearbeitet. — Mehrere Mörser zusammen bilden bei allen diesen Mühlen eine Batterie. Sonst standen wohl 24 Mörser in einer; jetzt verbindet man aber nicht mehr als 10 miteinander, weil die Erschütterung zu groß ist.

Digitized by Google

In den Fig. 7 und 8 ist eine gut construirte Stampfmühle im Grundrisse und im Aufrisse dargestellt. Man legt sie an einen Fluß oder unter das Gefälle eines Baches und versieht das Dach mit nach auswärts schlagenden Klappen und die Wände mit Thüren und Fenstern von dieser Einrichtung, damit bei Explosionen die Gase leicht entweichen können. Die Construction des Daches wird aus Fig. 8 deutlich.

Der Mechanismus der Mühle besteht aus einem, hier unterschlächtigen Wasserrade a, dessen Welle b mittelst seiner Zapfen auf den Angewellen cc ruht und die ein Stirnrad dd trägt, dessen Zähne in die Stöcke der Getriebe ee greifen. Diese sitzen an den Heblingswellen ff und theilen denselben die Bewegung mit. Diese Wellen ruhen auf den Angewellen f'f' und heben jede, mittelst der Hebelinge oder Hebedaumen hhh, eine gewisse Anzahl Stampfen ggg. Die Hebedaumen sind in einer Schneckenlinie auf der Welle angebracht. Die Stampfen fallen in die Mortiers oder Mörser ll, welche in starken eichenen Bäumen ausgehöhlt worden sind. Die Stampfen bewegen sich in dem Gerüst ii und kk senkrecht auf und nieder. Beiden Batterien der Mühle ist durch die Balken mehr Halt gegeben.

Die Form der Mörser wird aus Fig. 11 und 12 deutlich; sie ist so, daß die zu verstampfenden Materien leicht an den Wänden in die Höhe gehen können und nach und nach jedes Theilchen der Einwirkung der Stampfen unterworfen wird. Der Boden jedes Mörsers erhält einen Pfropf oder ein Futter von recht hartem, dem Stoße besser widerstehenden Holze, in dessen Fasern nichts von der Materie einzudringen vermag.

Die Stampfen Fig. 9 und 10 bestehen aus Buchenholz und haben unten einen zugerundeten

Digitized by Google

Schuh a, der in einer messingen Büchse b, Fig. 9, steckt. Der Schuh ist mit einem Keile versehen, der ihn in der Büchse befestigt. Die Stampfen sind mit einem Zapfenloche versehen, in welchem ein Arm d eingezapft ist, unter welchen der Wellhebling greift, um die Stampfe zu heben, die dann durch ihr eigenes Gewicht herabfällt. Der Schlüssel e erhält den Arm in einer horizontalen Lage, und der Nagel h hält ihn in seiner Stelle fest.

Von welcher Wichtigkeit für die Güte des Pulvers die starke Verdichtung sey, welche ihm durch die Stampfen gegeben wird, lernte man erst kennen, als man die Stampfmühlen abschaffte und durch bloße Mengapparate, die auch als solche wirklich mehr leisteten, ein lockeres, unhaltbares Pulver erhielt, indem es nicht gelang, durch eine so starke Pression die wiederholten kleinen Zusammendrückungen zu ersetzen, vielleicht weil die Luft dann nicht entweicht. Erst da sah man ein, wie glücklich unsere Altvordern gerade das Stampfen gewählt.

Das Verfahren bei'm Mengen auf den Stampfmühlen ist sehr einfach. Man bringt, wenn das Pulver, z. B., das Verhältniß von 75 : 12, 5 : 12,5 erhalten soll, in jeden Mörser zuerst 2½ Pfund Kohle mit 2 Pfund Wasser, rührt beides gut durcheinander und läßt das Wasserrad angehen, so daß der Stampfer etwa 40 Stöße in der Minute macht. Nach 20 Minuten giebt man den Salpeter und Schwefel hinzu, der zugleich in einem Troge, wo der Salpeter unten, der Schwefel darauf liegt (weil dieser sonst ankleben würde), herangebracht wird, rührt alles mit der Hand gut durcheinander, gießt abermals ein Pfund Wasser auf, und läßt das Wasserrad geschwinder wieder angehen, so daß nun 60 Schläge auf die Minute kommen; es werden hierauf alle Zugänge verschlossen, um Zugwind abzuhalten.

Digitized by Google

Nach 1¼ Stunde sieht man nach, ob die Stampfen nicht durch den Satz durch auf den Boden geschlagen haben, was geschehen kann, wenn die Masse nicht den richtigen Grad der Feuchtigkeit hat. Alle Stunden werden die Sätze gewechselt, d. h. von einem Mortier in den nächsten gethan; es geschieht dies, um die Klumpen, die sich an der Stampfe und am Mörserboden festsetzen, zu zertheilen und in eine andere Lage zu bringen, Man könnte übrigens die Masse nach dem Herausnehmen zerdrücken und dann eben so gut in denselben Mörser zurückbringen, aus dem man sie herausgenommen. — Man läßt dann die Mühle wieder eine Stunde gehen und wechselt wieder. Dies wird zwölfmal wiederholt und dann noch, um feste Kuchen zu bilden, zwei Stunden ohne Wechseln gestampft. Die ganze Stampfzeit dauert daher jetzt 14 Stunden. — Gewöhnlich wird der Satz in dieser Zeit noch zweimal angefeuchtet, was sich aber ganz nach der Temperatur und Localität richtet. Der Müller beurtheilt dies nach dem Gefühle. — Nach den Versuchen von 1816 gaben 8 bis 9 Procent Anfeuchtung das größte specifische Gewicht; doch darf man das Wasser nur in kleinen Mengen, in Zwischenräumen von 2 Stunden, zusetzen und in den letzten 8 Stunden gar nichts mehr. Ist der Satz zu trocken, so staubt er bei jedem Schlage; man nennt dies das Blasen des Stampflochs. Es darf bei guter Fabrication nicht vorkommen. Alle Sonnabend wird die Kruste von den Köpfen der Stampfer abgeschlagen oder besser mit Wasser abgelöst.

Die Stampfzeit war in Frankreich zuerst auf 24, dann auf 21 Stunden festgesetzt; man verkürzte sie, als man zwei der Substanzen vorher für sich gekleint, ohne Nachtheil auf 14, wovon 4 etwa auf das Wechseln, Anfeuchten u. s. w. gerechnet werden müssen, überzeugte sich aber dabei, daß man sie, wenn

Digitized by Google

man etwas weniger Pulvermasse nehme, ohne Schaden auf 6 Stunden beschränken könne. Im Allgemeinen beobachtete man bei den citirten Versuchen von 1816, daß bei den jetzt üblichen Satzmengen bis zur 11. Stunde die Masse noch nicht hinreichend gekleint sey; daß sie aber in der 8. schon die höchste Dichtigkeit erreicht habe; bis zur 14stündigen Bearbeitung gab das Pulver immer größere Wurfweiten; überschritt man diese Zeit, so nahmen sie wieder ab. Je weniger gestampft das Pulver worden war, desto mehr Staub gab es. — In Schweden ist die Stampfzeit noch jetzt auf 24 Stunden festgesetzt.

Durch ein vorhergehendes Kleinen der Substanzen auf Walzmühlen und ein Anwenden von nur schon durch ein feines Sieb getriebenen Substanzen kann man, wie Cossigny dargethan, in 24 Stunden Stampfzeit ein vollkommen gutes Pulver bereiten. Ja sogar 15 Minuten gestampftes Pulver giebt schon gute Wurfweiten, allein es ist zu locker und bei'm weiteren Verdichten verliert es bedeutend an Kraft; in Frankreich hatte man, jenen Versuchen entsprechend, früher einmal die Stampfzeit erst auf 3½, dann auf 6 Stunden beschränkt; allein in Folge der Klagen der Marine über das schlechter gewordene Pulver ging man 1807 auf 14 zurück (excl. der Zeit zum Kleinen). Auf den Pulvermühlen, die das berühmte Berner Pulver geben, wird die Masse eben so bearbeitet, nur mit dem Unterschiede, daß hier statt der Stampfen Hämmer angewendet werden. Sie sind schwerer, als die Stampfen, werden 9 Zoll gehoben und schlagen 85 Mal in der Minute.

Ein sehr großer Uebelstand bleibt es, daß man zwar die Stunden des Stampfens einhalten kann, aber nicht die Zahl der Schläge, die je nach der Wasserstärke verschieden ist, und auf die es doch eigentlich ankommt. Hat man es mit unzuverlässigen

Arbeitern zu thun, so sind absichtliche Verkürzungen der Arbeitszeit noch außerdem zu fürchten. Um dem zu begegnen, hat man auf süddeutschen Pulvermühlen, wie es schon früher in Italien geschehen, und wie es Botté auch in Frankreich vorgeschlagen, Stoßzähler angebracht. Es sind gewöhnliche Uhrwerke, zu deren Zeigern die Arbeiter nicht kommen. Die Kohle wird dort, wie es überall geschehen sollte, schon vorher für sich gekleint, so daß nur der schon gemengte Satz in die Mörser kommt; sobald dieser eingesetzt ist, läßt der Arbeiter die Mühle angehen, aber nicht zugleich die Uhr, damit er, wenn er bei'm ersten Revidiren nach einer Viertelstunde etwas nicht in Ordnung findet, erst alles, was erforderlich ist, besorgen kann. Ist dies geschehen, so läßt er nun das Werk und die Uhr angehen, das Wasserrad bewegt sie mit, und jede Umdrehung rückt den Zeiger um einen Strich. Wenn die richtige Zahl Umdrehungen geschehen, nach denen das erste Umwechseln eintreten soll, läßt die Uhr von selbst die Wasserschütze niederfallen und zieht eine Klingel in des Arbeiters Wohnung. — Die Zahl der Umwechselungen giebt ein anderer Weiser an.

Die Masse kommt bei den Stampfmühlen in großen Kuchen und Stücken, bei den Schweizer Hammermühlen in nußgroßen Stücken, aus den Mörsern. — Die Explosionen bei den Stampfmühlen sind allerdings nicht selten, obwohl sie, seit man die Kohle für sich kleint, nicht mehr so gar häufig vorkommen. Es ist trotzdem auf allen Stampfmühlen Sitte, daß während des Stampfens selbst die Arbeiter aus der Mühle gehen müssen. Nach der revolutionären Methode geschieht das Mengen abgesondert vom Zusammendrücken, und zwar nach der schon bei'm Kleinen beschriebenen Methode; sie ist auch in neuerer Zeit beibehalten worden, nur daß man die Tonnen ver-

Digitized by Google

größert, sie in lederne Trommeln umgewandelt und die Mengungsmasse vermehrt hat. Die Trommeln haben eine Breite von 22 Zoll und einen Durchmesser von 6 Fuß, und sind inwendig an der Peripherie mit hölzernen Leisten versehen; die Achse ist von Eisen und mit Holz umgeben; sie nehmen etwa 60 Pfund Satz und 180 Pfund Bronzekugeln auf und werden 4 Stunden, für Jagdpulver 12, umgedreht. In neuerer Zeit dreht man, nach Bergnaud, nur 2 Stunden à 30 Umdrehungen in der Minute, weil man glaubt, daß die innige Mengung der Substanzen mit eine Ursache der Zerstörung der Geschütze ist; dagegen wird das feine Jagdpulver jetzt 14 Stunden gedreht. Die leichten Erschütterungen, welche die Kugeln an dem Leder hervorbringen, hindern das Anbacken. Bei der Umdrehung steigt die Temperatur durch die Reibung, wie erst neulich Aubert bestimmter nachgewiesen, und geschehen die Umdrehungen zu rasch, so kann eine Entzündung eintreten; für gewöhnlich steigt die Temperatur nicht über 40°.

Auf den Walzmühlen geschieht das Mengen nur unvortheilhaft, und es ist besser, ihnen den schon in Fässern wohlgemengten Satz zu übergeben, damit er hier nur zusammengedrückt werde, wie es jetzt, z. B., bei der neuen Fabrication des französischen eckigen Jagdpulvers geschieht. Im Allgemeinen haben die Walzmühlen zum Mengen dieselbe Einrichtung, als die zum Kleinen der Substanz. Auf einem horizontalen Lagersteine laufen ein oder zwei vertikale, scheibenartige Cylinder, unter denen der Pulversatz ausgebreitet wird; sie sind mittelst einer Achse an einen vertikalen Baum befestigt, der mitten im Lagersteine steht. Da sie cylindrisch sind und einen engen Kreis beschreiben müssen, so gehen sie quetschend, zermalmen daher zwar neben dem Drücken noch, bringen aber eben dadurch Gefahr; es wurde deshalb in

England schon versucht, ihnen die Gestalt eines abgestumpften, mit der Spitze nach innen liegenden Kegels, siehe Fig. 23 und 24, zu geben, wobei auch wohl der Lagerstein flach conisch construirt wurde; allein wenn sich hierdurch einerseits die Gefahr verminderte, so schien doch dagegen das Pulver dadurch weniger dicht zu werden. Jetzt sind daher die cylindrischen Läufer wieder fast allein üblich und erhalten in den Achsenpfannen die erforderliche Spielung, um das Quetschen mehr zu vermeiden.

In Fig. 14 ist eine solche Walzmühle im Aufrisse dargestellt. Die Wasserradwelle ist mit einem Kammrade **EE** versehen, welches mittelst des Getriebes **FF** die Bewegung dem Stirnrade **GG** und durch dieses endlich dem Getriebe **HH** und der senkrechten Welle desselben mittheilt. Die Entfernung der Mühlsteine von dem Drehungspuncte muß gering seyn.

Man hatte in Frankreich, wie erwähnt, lange ein großes Mißtrauen in diese Methode, selbst wenn die Walzen nicht im Kreise, sondern auf einer geraden Bahn hin und her liefen, und obwohl man sie für das Jagdpulver für unentbehrlich hält, so will man doch auch jetzt noch anderweitig keinen Gebrauch davon machen, während sie in England und Indien fast ausschließlich üblich sind. Es ist nicht zu läugnen, daß dabei Explosionen vorkommen, doch sind sie nicht so zerstörend, als man in Frankreich meint; hat man die Dächer mit Klappen versehen, so begnügt sich die Explosion meist damit, diese aufzuschlagen. Das in die Höhe Schleudern der Läufer, wovon **Botté** spricht, kommt fast nie vor.

Die Einzelnheiten der Walzmühlen sind sehr verschieden. In einigen Werken sind die Läufer und das Lager von Stinkstein, in andern von Marmor, in einigen englischen und in den russischen von

Digitized by Google

Ochta und Kasan beide von Gußeisen; in der letztern Mühle haben sie die Gestalt der gewöhnlichen Mühlsteine, und je zwei laufen auf einer eisernen Bahn, die in Stein eingelegt ist; in andern wieder haben die eisernen Läufer 2 bis 3 Zoll starke Ringe von Bronze. In Essonne sind sie aus einer Legirung von Zinn und Zink gegossen, sie machen 12 Umläufe in der Minute und mahlen 50 Pfund in 12 Stunden. In **Isle de France** bestehen sie aus Kupfer, machen 6 Umläufe und mahlen 120 Pfund in 4 Stunden. Bei den in **le Bouchet** für das Jagdpulver gebrauchten ist das Lager von Ebereschenholz; die Läufer sind gezimmert und mit einem bronzenen Ringe versehen, der 12 bis 14 Zoll breit ist; ihre Kanten sind abgerundet, um gefährliche Reibung zu vermeiden. In Indien sind die Läufer ganz von Bronze. In China, wo man sich der Walzmühlen mit kegelförmigen Läufern bedient, sind diese von Stein, das Lager von Kupfer. In Nordamerika hat man ebenfalls eiserne Cylinder als Walzen. — Eben so verschieden ist die Schwere der Läufer. In England wiegen sie, wenn deren zwei auf einem Lager laufen, an 3000 Pfund und, wenn nur einer vorhanden, 5000. In Essonne wogen sie 13000. In Indien wiegen sie 8600 Pfund; in Rußland 7000 Pfund. Sie gehen bald beide auf derselben Bahn, bald jeder auf einer andern. An der Seite, auf verschiedene Weise an den Läufern angebrachte kupferne Kratzen und Bürsten bringen den Satz, der an der Seite ausweicht, immer von selbst wieder unter die Läufer zurück. In Rußland wird diese Operation von Arbeitern verrichtet, welche von den Maschinen mit dem Cylinder zugleich herumgeführt werden. Um sie bei etwaniger Explosion möglichst sicher zu stellen, sind sie ganz in dickes Leder eingeschnallt und haben über dem Kopfe eine Kappe, mit Gläsern vor

Digitized by Google

den Augen. Der eine hat ein großes hölzernes Meſſer, der andere einen Haarbeſen. Auf die Bahn der Pferde iſt Dünger geſtreut.

Man hat jetzt in mehreren engliſchen Fabriken die von Munk vorgeſchlagene Vorrichtung angebracht, wo eine Exploſion auf der Walzmühle ein Ventil hebt, das ein volles Waſſergefäß öffnet, aus welchem das Waſſer auf den Lagerſtein ſtürzt und jede weitere Verbreitung des Feuers verhindert. Dieſe Einrichtung war ſchon im vorigen Jahrhundert auf Isle de France üblich. In Frankreich baut man, um die Gefahr zu verringern, die eine Wand jeder Mühle nur von Fachwerk; in Preußen ſind die Dächer zum Aufklappen eingerichtet. — Jedenfalls iſt es erforderlich, daß ſich die Thüren von innen nach außen öffnen. Will man die Walzen zum Stillſtehen bringen, ſo ſchiebt man ein dickes Stück Leder unter.

In England, wo dieſe Methode am meiſten ausgebildet iſt, verfährt man auf folgende Weiſe. Man ſchiebt die Subſtanzen untereinander (in Deutſchland, Frankreich und Indien mengt man ſie zuvor auf eine der beſchriebenen Arten). Man giebt ihnen dann 2 bis 6 Procent Waſſer, bringt 40 Pfund Satz auf jedes Lager, verbreitet dieſe gut und gleichmäßig über die Bahn und läßt dann die Mühle angehen, ſo daß ſie 8 bis 9 Umdrehungen in der Minute macht; ſobald ſich etwas Pulverſtaub an der Oberfläche zeigt, wird von Neuem Waſſer gegeben (im Sommer iſt dies etwa alle halbe Stunden nöthig), was mit einer kleinen Gießkanne, die an den Achſen der Läufer befeſtigt iſt, geſchieht. Sind die Läufer von Metall und iſt die Atmoſphäre feucht, ſo beſchlagen ſie von ſelbſt, und ſie geben dann an den Satz Waſſer ab; man befeuchtet dieſen deshalb an ſolchen Tagen ſeltener, als ſonſt. Die Maſſe darf

Digitized by Google

nicht zu wenig Wasser bekommen, sonst hängt sie sich an den Läufer, und die bloßliegenden Stellen des Lagers können Explosionen erzeugen. Wird der Satz zu feucht, so schiebt er sich vor den Steinen her und hält sie wohl zuletzt auf; der Arbeiter erkennt die Gahre des Satzes daran, daß er salbenartig wird; geschieht dies, so läßt man die Läufer nur vier- bis fünfmal umgehen, damit sie auf allen Theilen länger weilen und die Masse zu festen Kuchen zusammendrücken; sobald ein leichter Staub an der Oberfläche sich bildet, hört man auf. Der Satz hat dann noch etwa 3 Procent Feuchtigkeit. Die ganze Operation dauert etwa 9 Stunden; im Sommer würde sich der Satz bei dieser Procedur zu sehr erhitzen; man mahlt daher nur 5 Stunden, läßt ihn des Nachts über abkühlen und mahlt ihn dann den nächsten Tag noch 4 Stunden. In Waltham Abbey ist die sehr zu empfehlende Methode angeordnet, das Pulver in diesem Zustande zu probiren, um sich vor dem Körnen zu überzeugen, ob es auch die gehörige Güte hat. Nach 24 Stunden wird der Satz gekörnt.

Es ist von großer Wichtigkeit, auf welche Weise die Masse durch die Walze zusammengedrückt wird, und es scheint, als sey es besser, wenige, aber langsame Umgänge mit recht schweren Läufern zu machen, als mehrere, aber schnellere und mit leichteren Steinen. Das französische Jagdpulver in **le Bouchet** wird zu 60 Pfund auf das Lager gebracht, wie es aus der Mengtrommel kommt, nur daß man es zuvor mit 2 Procent Wasser befeuchtet; man mahlt es 2 Stunden, die Läufer machen in der Minute 8 Umläufe. Zuletzt aber läßt man sie $\frac{1}{4}$ Stunde so langsam gehen, daß sie beinahe stehen bleiben und so den Kuchen formen. (Früher in Essonne wurde das **Poudre royale** erst völlig gekörnt und dann auf die Walzmühle gebracht, 60 Pfund auf einmal, zu

Kuchen gemahlen und abermals gekörnt). Die Läufer bekommen auf der wirkenden Stirn ihrer Bronzereifen bald eine schwarze Kruste von Schwefelkupfer, die vor Entzündungen schützen soll. Jeder Läufer hat eine eigene Achse. —

Ganz abweichend von diesen Walzmühlarten ist die (Barthelmäische) in der Dresdner Pulvermühle übliche; der Lagerstein hat nur 4 Fuß im Durchmesser, und ist von einer 3 Fuß hohen bauchigen Schale umgeben. An einer vertikal drehbaren Achse sind zwei linsenförmige Läufer von Bronze, jeder nur 20 Zoll im Durchmesser und etwa 4 Zoll dick, befestigt, die sich 25- bis 30mal in der Minute herumbewegen. Die ganze Last der Achse, so wie des Triebrades ruhen auf der Verbindungsachse der Läufer, drücken also durch diese auf den Satz; das Gewicht beträgt etwa 8 Centner. Man bringt 20 Pfund Satz auf einmal auf und mahlt sie 5 Stunden. Es stehen 10 solche Gänge in einem Saale.

In sehr vielen Fabriken, besonders England's, aber auch anderer Länder, bedient man sich noch einer andern Vorbereitung zum Körnen, nämlich des Pressens des Pulversatzes in Kuchen. Entweder man nimmt den Satz, so wie er aus der Mengtrommel kommt, und das ist die revolutionäre jetzt aufgegebene Methode, oder man nimmt ihn von den Walzmühlen, auf denen er dann aber nicht schon zu Kuchen gedrückt seyn darf, wie es geschieht, wenn die Körnung unmittelbar nach dem Walzen vorgenommen werden soll. Um den Satz zu pressen, legt man eine Kupferplatte, etwa 35 Zoll lang und 18 Zoll breit, in einen hohen Kasten, in den sie genau paßt, schüttet darauf eine Quantität mit 10 Procent Wasser gefeuchteten Pulversatz, ebnet ihn, legt eine zweite Kupferplatte auf, darauf eine zweite Schicht

Digitized by Google

u. s. w., bis 6 Schichten Satz übereinander sich in dem Kasten befinden; auf die oberste Kupferplatte wird ein starkes Bret gedrückt. Jede Satzschicht ist 3 Zoll dick. Den ganzen Kasten bringt man unter die Presse, die in den meisten Fällen eine Schraubenpresse ist; doch hat man jetzt, da mehrfach Unglücksfälle mit diesen Pressen vorgekommen sind, in Waltham Abbey und in le Bouchet Bramah'sche Wasserpressen eingeführt.

Die Pression geschieht so stark, daß die 3 Zoll dichten Schichten auf 1½ Zoll zusammengedrückt werden. Man läßt, nachdem die Masse 20 Minuten so gestanden, die Schrauben wieder los und findet den Satz nun in steinharten, klingenden Kuchen, die zum Körnen fertig sind; sie enthalten bei den meisten Methoden etwa 3 Procent Feuchtigkeit. — Congreve meint, daß bei dieser Dicke der Kuchen noch viele Undichtigkeiten vorkämen; er verdünnt sie daher bis auf ½ Zoll. Dies stimmt mit den französischen Beobachtungen überein.

Auf einigen Fabriken preßt man die Schichten nicht in einem gemeinsamen Kasten, sondern jede wird für sich in einen hölzernen Rahmen gefüllt, mit einem nassen leinenen Tuche umschlagen und so die Rahmen übereinander gesetzt; zwischen je zweien liegt eine Kupferplatte. Dies hat den Uebelstand, daß die feuchten Tücher Salpeter aufnehmen, welches man dadurch verhüten könnte, wenn man die Tücher in gesättigte Salpeterauflösung tauchte. Die Pressionskraft ist sehr verschieden. Bei der Wasserpresse von Waltham Abbey soll sie 22 Atmosphären betragen (330 Pfund auf den Quadratzoll).

In den neueren Mühlen in Frankreich hat man für den obigen Zweck eine ganz eigenthümliche Walzenpresse (laminoir). Zwischen zwei Walzen, wovon die untere von Holz, die obere kleinere von Eisen und mit Bronze überzogen ist, geht eine horizontale

Digitized by Google

Leinwand ohne Ende hindurch. Auf dieser ruht ein Kästchen ohne Boden, worin der Satz befindlich ist, der durch ein Gewicht auf die Leinwand festgedrückt wird. Sie nimmt daher aus dem Kasten, der auf der Seite nach den Walzen zu nicht bis auf sie hinabreicht, eine Schicht Satz mit, welche sie zwischen die Walzen führt, die sich höchst langsam (einmal in drei Minuten) umdrehen, wobei die obere einen Druck von 1100 Pfund auf den Quadratzoll gegen die untere ausübt. Der Satz wird dadurch zu Kuchen gepreßt, die nur $\frac{1}{3}$ so stark sind, als die ungepreßte Schicht. Es muß hier abermals der eigenthümlichen Methode, die Bestandtheile zu mengen, gedacht werden, der schon oben Erwähnung geschah, nämlich des Mengens auf nassem Wege, was Cossigny zuerst in Europa angewandt, was aber bei den asiatischen Völkern von jeher gebräuchlich gewesen zu seyn scheint und das unter Andern Simienowitz schon beschreibt. Der Salpeter wird aufgelöst und die bereits auf gewöhnliche Weise gemengten Schwefel und Kohle hinzugeschüttet. Man rührt die Masse, indem man sie erhitzt, so lange, bis etwa noch 15 Procent Wasser darin sind, läßt dann den Satz erkalten, wobei er etwa 10 Procent Wasser verliert, bringt ihn in Stampfmörser oder auf die Walzmühle, läßt ihn dort einige Zeit verdichten und körnt ihn, wie gewöhnlich. Man soll dadurch sehr viel Zeit und Arbeit gewinnen, vor Gefahr sicher seyn und ein eben so wirksames und dabei besser in feuchten Räumen sich erhaltendes Pulver bekommen. Meyer hat den Versuch wiederholt angestellt und gefunden, daß man allerdings auf diese Weise Pulver bereiten könne; allein daß keine Ersparniß an Arbeit dabei sey, da das Mahlen des Salpeters das Einzige ist, was wegfällt, aber bei der neuen Läuterungsmethode ohnedies unnöthig wird. Was man

Digitized by Google

an Stampfzeit gewinnt, geht durch das Einrühren des Schwefels und der Kohle verloren. Das Pulver kann nicht so dicht werden, als gewöhnliches, und auch nicht so gleichmäßig; wohl aber dürfte es luftbeständiger seyn, da die Poren der Kohle besser verschlossen werden.

Das Körnen.

Früher kannte man nur eine Art von Korn, das eckige, und nur eine Art, es darzustellen; seit 40 Jahren aber hat man zweierlei, rundes und eckiges, und für jede der beiden Arten verschiedene Darstellungs-Methoden. Die älteste auf den Stampfmühlen übliche Art, das, wenn auch nicht eckige im neuern Sinne, doch unregelmäßig geformte Korn darzustellen, ist folgende. Man bringt die aus dem Mörser genommene, 24 Stunden lang etwas getrocknete Pulvermasse in ein System von ledernen Sieben mit mehreren Böden, die immer engere Löcher haben. In der Schweiz (welches Verfahren wir weiter unten näher betrachten) bedient man sich von Bast geflochtener Siebe; und in Schweden Siebe von Messingdraht, die weniger von der Feuchtigkeit leiden, als die pergamentenen. Auf das oberste Schrotsieb wird die Masse ausgebreitet, und auf diese eine linsenförmige Scheibe aus schwererem Holze (der Läufer, tourteau), die zuweilen auch noch mit Blei ausgegossen, oder, wie in Rußland, ganz von Blei ist, gelegt. Man bewegt das Sieb mit einer heftigen Drehung, wodurch die Scheibe den Satz zerschlägt und durch das Sieb treibt. In den Schweizerfabriken wurde auch die Scheibe und zwar dem Siebe entgegengesetzt bewegt. Dieselbe Operation wird mit immer enger werdenden Sieben wiederholt, wodurch das Pulver gekörnt und zugleich sortirt wird. Das letzte Sieb hat keine Löcher und sammelt den Staub.

Digitized by Google

Die Siebe haben in Frankreich folgende Namen und Arbeitszeiten. Das erste Sieb heißt guillaume, auf das man 30 Pfund auf einmal legt, und in 1½ Minuten ist die Pulvermasse hindurch. Man nimmt die Körner nun in das zweite Sieb (grenoir), wo aber nur 10 Pfund zugleich aufgelegt werden können, die ebenfalls in 1½ Minuten hindurch sind. Die Körner kommen nun auf das égalisoir, das bloß den Staub und das feinste Korn durchläßt. Was darauf liegen bleibt, ist das Kriegspulver, das man nochmals auf ein regelmäßiger gelochtes égalisoir bringt, wo das wirkliche Kriegspulver durchfällt. Die Siebblätter werden, der größeren Gleichförmigkeit wegen, alle an einem Orte gefertigt.

Die Fig. 15, 16, 17, 18 und 19 stellen die in Frankreich zum Körnen angewendeten großen Kästen dar, die etwa 3 Fuß über dem Boden mit Stäben b versehen sind, etwa 6 Fuß weit auseinander liegen und in den langen Wänden des Kastens, in den Leisten f fest eingelassen sind. Auf diesen Stäben werden die Siebe hin- und hergeschoben und gerüttelt.

Die gewöhnlich in den deutschen Pulverfabriken zum Körnen angewendeten Tröge mit drei Sieben sind in den Fig. 20, 21 und 22 dargestellt. Es werden die drei Siebe auf einen beweglichen Rahmen gestellt, der mittelst zweier Stricke i i und einer Stange h befestigt ist. Der Arbeiter setzt diese Vorrichtung mittelst eines Griffes k in Bewegung. In jedes Sieb kommen zwei Läufer. Die drei Seiten des Troges a, a, m sind gleich hoch; dagegen ist die Seite n, an der sich der Arbeiter befindet, niedriger.

Später brachte man mehrere Siebe zugleich auf von der Decke herabhängende Rahmen und bewegte sie alle miteinander durch den Umschwung desselben. Man giebt dann jedem Siebe zwei Scheiben; das

Digitized by Google

Pulver soll dabei aber eckiger, weniger dicht werden und mehr Staub geben. — In einigen Privatfabriken giebt man jedem Siebe eine Achse und schiebt über diese eine schwere, das ganze Sieb füllende Scheibe, die an der Achse bei'm Schwingen sich auf- und niederbewegt. — In England setzt man 24 Siebe auf einen Rahmen und thut in jedes Sieb zwei Scheiben von Guayakholz, welche die eine 2½ Zoll, die andere 4 Zoll Durchmesser haben und beide 1½ Zoll dick sind. Der Rahmen macht 70 Schwingungen in der Minute und körnt täglich 2000 Pfund Pulver. Hierzu sind zwei Arbeiter erforderlich. In einigen Mühlen setzt man 4 bis 6 Siebe in einen Kasten, den man durch einen Krummzapfen im Kreise schleudert; seine 4 Bronzefüße laufen in bronzenen tellerförmigen Scheiben. — Neuerdings hat man, wie Dumas beschreibt, die Siebe so eingerichtet, daß sie gar keiner menschlichen Hülfe bedürfen. Ein Trichter führt dem obersten Siebe die Satzstücke zu, die hier von der Scheibe zerschlagen werden und auf das Körnsieb fallen. Die guten Körner und der Staub fallen durch dieses hindurch und die noch zu großen steigen wieder in das erste Sieb hinauf, indem sie eine schräge Bahn, die in das obere Sieb mündet, und die eine entgegengesetzte Richtung hat, als die Centrifugalkraft der Masse giebt, aufsteigt. Diese Bahn ist am Rande der beiden Siebe angebracht. Auf dem dritten Siebe fällt der Staub in ein viertes, von wo er durch einen Schlauch in ein besonderes Gefäß geleitet wird; die Pulverkörner, die auf dem dritten Siebe bleiben und durch die Centrifugalkraft nach dessen Rande getrieben werden, steigen auch hier auf einer ähnlichen schrägen Bahn in die Höhe und durch ein Loch in der Seitenwand in einen Schlauch, der sie in einen Kasten führt. So verrichtet sich die ganze Arbeit von selbst.

Digitized by Google

Nach Versuchen in Frankreich ist der Satz am vortheilhaftesten für's Körnen im Siebe gefeuchtet, wenn er 8 Procent Wasser enthält; das Korn erhält dann die größte Dichtigkeit. Im Durchschnitte geben alle diese Siebevorrichtungen aus 100 Theilen Satz 60 Körner und 40 Staub. — An Pulverstaub unterscheiden die Franzosen zwei Sorten, den, der anfangs sich erzeugt (poussier vert), und der erst nach dem Körnen fällt (poussier sec.).

Auf den Walzmühlen, den Pressen u. s. w. wird der Satz, wie erwähnt, in feste Kuchen gebildet, die sich auf diesen Sieben nur schwer würden unmittelbar körnen lassen; man zerbricht sie daher zuvor durch cannelirte Walzen zwischen Leinwand und körnt sie dann ebenfalls in Sieben. Die von den Pressen kommenden Kuchen muß man aber gewöhnlich, weil sie so hart und dick sind, auch ehe sie auf die Walzen geschüttet werden, mit hölzernen Hämmern zerschlagen. Das Körnen zwischen den Walzen ist nicht gefahrlos. Congreve hat auch hier eine neue Maschine vorgeschlagen, mit der man aber in England ebenfalls nicht zufrieden war. Er stellt über zwei Walzen, die $2\frac{1}{2}$ Fuß lang und 2 Zoll im Durchmesser sind, einen Mühlentrichter, dem die zerschlagenen hier sehr dünnen Kuchen aus einem Nebenzimmer vermittelst einer Leinwand ohne Ende zugeführt werden. Sie haben scharfe messingene, in der Spirale umgehende Zähne und stehen so weit auseinander, daß die Kuchenstücken nur in Brokken zerbrochen werden; durch eine zweite Leinwand ohne Ende, oder wie in den Niederlanden über ein schräges Sieb, gehen sie den zwei andern Walzen zu, welche dieselbe Einrichtung wie die ersteren haben, nur enger gestellt sind; sie zerbrechen die Stücke in Körner, die sogleich auf übereinander liegende Siebe und so sortirt in Kästen, die

Digitized by Google

in einem dritten Zimmer stehen, fallen. Congreve giebt als Vortheile an, daß die dünneren Kuchen dichtere Körner geben, daß sie weniger Staub liefern, daß bei diesen Körnermaschinen keine Person im Arbeitszimmer nöthig sey, daher die Gefahr verringert werde, um so mehr, da über der Körnmaschine nur immer wenige Kuchen vorhanden sind. Den Staub will er nicht weiter umarbeiten lassen, weil allgemein in England angenommen wird, daß das aus diesem Staube gebildete Pulver schlecht sey, eine Behauptung, die, so sehr sie den französischen Erfahrungen widerspricht, doch auch sich bei andern Versuchen auf Walzmühlen bestätigt hat. Wahrscheinlich liegt die hier eintretende Schlechtigkeit darin, daß bei dieser Körnmethode zwischen Walzen, die etwas Gewaltsames hat, ein Theil des Staubes und zwar meist Kohle verfliegt, also das richtige Mischungsverhältniß dadurch gestört wird, und daß man bei'm neuen Pressen abermals Wasser zusetzt, was zur Bildung der Kuchen in der Presse nicht entbehrt werden kann und dadurch das Pulver porös und schlecht transportabel macht. Das Congrevesche Pulver, das wir sahen, hat ein eigenthümliches splitriges Korn, von ziemlicher Glätte und nicht unbedeutender Härte; es färbt wenig ab, scheint aber spröde zu seyn.

Eine eigenthümliche Procedur ist das jetzt für das französische Jagdpulver eingeführte. Der Staub nämlich, der bei'm ersten Körnen abfällt, wurde früher auf der Presse feucht zu Kuchen verarbeitet oder in den Mörsern wieder gestampft und dann durch Walzen zerdrückt und gekörnt; jetzt bringt man ihn, ohne ihn zu befeuchten, auf das Laminoir oder unter die hydraulische Presse. In jeder Stunde macht man 200 Pfund Kuchen daraus, die wieder in die Körnsiebe kommen. Der neuerdings abfallende Staub

wird von Neuem so behandelt und dies bis achtmal wiederholt. Die so gebildeten Körner geben das superfeine Jagdpulver, das immer besser werden soll, je öfter man es dieser wiederholten Umarbeitung unterwirft, wobei man aber das Achtemal nicht überschreiten darf. Ein wenig verdichteter, noch grob gekleinter Satz würde unter diesen Umständen keine Consistenz annehmen; man sieht also hieraus, daß man durch wiederholte Pressionen einem schon verdichteten Satze, selbst wenn er wieder in Staub verwandelt worden, auch ohne Feuchtigkeit eine Consistenz geben kann, die der lockere, selbst bei großem Feuchtigkeitsgehalte, nicht annimmt, und man sieht ferner, daß die Güte des Pulvers zunimmt, wie die Mengfeuchtigkeit, die er bei'm Körnen enthielt, sich verringert.

Alle diese eckigen Körner können durch Schleifen rund gemacht werden; dies gehört aber einer eigenen und späteren Arbeit zu. Unmittelbar ganz runde Körner anzufertigen, hat erst Champy gelehrt. Ob es überhaupt, wie Viele behaupten, eine in Rußland angewandte geheim gehaltene Körnmethode giebt, die ein im Innern hohles Pulver erzeugt, wissen wir nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Das russische runde Pulver war nicht hohl; jetzt soll auf den kaiserlich russischen Werken nur eckiges Pulver gefertigt werden. Die Champysche Körntrommel für das runde Pulver giebt ein in jeder Beziehung eigenthümliches Korn. Ihre Einrichtung ist im Wesentlichen folgende. Eine hölzerne Trommel, die 5 Fuß im äußern Durchmesser und 4 Fuß 10 Zoll inneren und 2 Fuß Breite hat, ist um eine horizontale, eiserne Achse drehbar. Diese Achse ist nur auf einer Seite in der Seitenwand der Trommel unmittelbar befestigt; die andere Seitenwand hat in der Mitte eine Oeffnung von 20 Zoll Durchmesser. Diese ist durch

Digitized by Google

einen hölzernen Kreisausschnitt, der einen Centriwinkel von etwa 140° hat, theilweise verschlossen. Die Tonne ruht auf dieser Seite auf dem Kreisausschnitte verschiebbar, so wie dieser wiederum auf der Drehungsachse ruht und in seiner unbeweglichen Stellung durch einen eisernen Arm gehalten wird. Neben der massiven Drehungsachse liegt noch eine hohle Röhre, die von außen durch das Seitenloch in den Cylinder bis zur entgegengesetzten Wand, etwas aufsteigend, hingeht; an jener Seite ist sie verschlossen, und wird dort unbeweglich getragen durch eine Stütze, die ebenfalls durch die Seitenöffnung hereinreicht, an dem Ständer außerhalb befestigt ist und zugleich durch jenen Seitenarm den erwähnten Kreisausschnitt festhält. Die hohle Röhre ist außerhalb des Cylinders gehalten durch die dünnere Röhre, die aus einem obenstehenden mit einem Hahne verschlossenen Wassergefäße kommt. Die Röhre im Cylinder hat auf einer Seite der Länge nach in einer Linie 24 feine Löcher. Ueber diese Röhre ist eine zweite geschoben, die um sie herumgedreht werden kann und auf einer Seite in ihrer ganzen Länge eine breite Oeffnung hat. Die Trommel ist äußerlich auf der Peripherie mit dreieckigen Latten besetzt, gegen die bei der Umdrehung ein von ihnen gehobener gespannter Hammer schlägt und das Ansetzen des feuchten Satzes an den innern Wänden verhindert.

Um Körner zu bilden, verfährt man folgendermaaßen. Man bringt durch eine Thür in der Peripherie 100 Pfund ganz kleine, durch frühere Aussiebungen gewonnene Körner in die Trommel, dreht die äußere der beiden Röhren im Cylinder über die innere so herum, daß ihre Oeffnung nicht auf deren Löcherreihe trifft, wodurch diese verschlossen wird, und füllt nun das Wassergefäß. Dann läßt man die Trommel in Bewegung setzen, so daß sie 8 Umdre-

hungen in einer Minute macht. Der Hahn, der das Wassergefäß mit der innern durchlöcherten Röhre in Verbindung setzt, wird nun geöffnet und die äußere Röhre so umgedreht, daß die Löcherreihe der innern frei wird, wo dann sogleich das Wasser in 24 feinen Strahlen aus der Röhre ausspritzt und die Pulverkörner befeuchtet. Man läßt nun so lange Wasser fließen, bis ein Zeiger, der an einem Schwimmer im obern Gefäße befestigt ist, anzeigt, daß 10 Pfund Wasser ausgelaufen sind; dann wird die äußere Röhre in der Trommel wieder umgedreht, so daß die Löcherreihe der innern Röhre verschlossen ist, und zugleich wird der Communicationshahn mit dem Wassergefäße abgesperrt. Diese Operation dauert etwa 8 Minuten. Die Körner sind nun alle feucht; ein Arbeiter wirft darauf, bei ununterbrochenem Drehen der Trommel, 100 Pfund gemengten Satz durch die Seitenöffnung ein, wozu etwa 5 Minuten Zeit erfordert werden. Die feuchten Körner hüllen sich nun in eine Schicht dieses Staubes und werden dadurch bedeutend größer, da jedes fast noch so viel Staub ansaugt, als es selbst schon schwer ist. Bei dem sehr grobkörnigen Minenpulver wird diese Operation des Befeuchtens und Rollens zweimal vorgenommen. Je langsamer man den Satz einschüttet, desto dünner werden die Schichten und desto fester die Körner. Das auf diese Weise gebildete Pulver wird mittelst Siebe sortirt, die Körner, die zwischen $\frac{9}{12}$ bis $\frac{12}{12}$''' Durchmesser haben, geben das Kanonenpulver, die zwischen $\frac{8}{12}$ und $\frac{4}{12}$ das Flintenpulver, und die noch kleinern die Moyaux für die Körnung. In 25 Minuten erhält man so 90 Pfund Pulver, 90 Pfund Körner und 20 Pfund Staub. — Um diese so gebildeten Körner, die bei'm Durchschneiden ganz das Aussehen der Hagelkörner haben, nämlich sichtbar aus sehr vielen lockeren concentrisch

um einen Kern gelagerten Schichten gebildet sind, fester zu machen, bringt man sie nach dem Sortiren in die Polirtrommel, die mit der Körntrommel an einer Achse befestigt ist. Die erstere hat ganz die Form der letztern, nur fehlen hier die Leisten für den Hammer, die Seitenöffnung und die Einspritzungsröhre. 500 Pfund werden noch feucht darin zwei Stunden gedreht, wodurch sie sich bedeutend verdichten; da die Umdrehungen langsam sind, so steigt die Temperatur nicht über 32° R. — Trotz dieser zweiten Bearbeitung bleibt das specifische Gewicht dieser Körner immer bedeutend geringer, als die des auf gewöhnliche Weise gekörnten, und zwar nur 0,824; die Körner sind übrigens hart und schwer zerdrückbar. — Man hat dieser Körnermethode vorgeworfen, daß sie Körner aus ungleichartigen Schichten bilde, und daß die obersten Schichten fast nur aus Kohle bestehen, weil bei der Umdrehung sich die schwereren Substanzen an die Peripherie der Tonne legten und nur die Kohle in der Mitte bleibe und sich um die Körner hülle. Auch soll bei'm Trocknen der Zusammenhang des Pulvers sehr gestört werden. Man behauptet sogar, daß viele Körner vorkommen, die inwendig hohl sind. In wie weit dies alles begründet ist, scheint noch nicht näher untersucht. — Die Methode hat in Europa kaum Anwendung gefunden. Dagegen ist sie in einer Pulvermühle bei New-York, dem Herrn Dupont gehörig, eingeführt.

Wir schließen unsere Betrachtungen über das Körnen des Pulvers mit der Beschreibung des dabei in der Schweiz angewendeten Verfahrens.

Das eigentliche Körnen geschieht fast auf dieselbe Weise, wie in Frankreich; allein die Siebe bestehen nicht aus Schweinsborsten, sondern, wie schon bemerkt, aus Baumbast. Dieselben sind sehr fest, werden nicht weich und dehnen sich in der Feuchtig-

keit nicht aus. Um die Körner abzurunden, thut man das gekörnte Pulver in einen, auf zwei parallen Scheiben ausgespannten Sack und rollt ihn auf einem, mit kleinen vorstehenden Leisten versehenen Tische. (Siehe Fig. 23 und 24). Auf diese Weise stoßen die Körner fortwährend bei der drehenden Bewegung des Beutels gegen die Leisten der Tafel und erlangen eine körnige Gestalt. Der Bobine genannt Sack besteht aus grobem baumwollenen Zeuge und ist zwischen zwei Scheiben ausgespannt, die mittelst einer hölzernen Welle verbunden sind, wie Fig. 25 zeigt. Durch dieselbe geht eine eiserne Achse, um welche sich die Bobine dreht. Die Peripherie der Scheiben ist mit einer Nuth versehen, um den Sack durch Umlegen von Schnuren befestigen zu können. Ein Arm t, Fig. 26, dient zur Füllung und Entleerung des Beutels; er wird darauf um diesen herumgeschlungen.

Der Mechanismus, durch welchen die Bobinen auf der Tafel gerollt werden, ist in den Fig. 23 und 24 dargestellt. Die stehende Welle i ist unten mit dem Kammrade k versehen, welches durch das Getriebe m der Wasserradwelle n umgedreht wird. Durch die Welle geht oben die eiserne Achse ff, um welche sich die Bobinen auf der Tafel TT drehen. Diese ist rund und mit Leisten ddd versehen, die über der Fläche desselben hervorstehen und excentrisch angebracht sind. Etwas über dem Boden der obern Etage, in welcher die Maschine angebracht worden ist, befindet sich eine Vorrichtung, um die Drehung der Bobinen nach Belieben aufhalten und in Betrieb setzen zu können. Zu dem Ende besteht die stehende Welle aus zwei Theilen g und i, die muffenartig ineinander greifen. Hebt man nun den obern Theil g mittelst des Hebels hl in die Höhe, so tritt er

außer Verbindung mit dem untern, und die Verbindung von jenem hört auf.

Man rollt das Pulver ohngefähr 1½ Stunden auf der Tafel und polirt es dann etwa 3 Stunden lang in kleinen, zu ⅘ angefüllten Tonnen rr, welche durch das Rad kk in Bewegung gesetzt werden, wie man aus den Abbildungen deutlich ersieht. — Man erlangt durch dieses Verfahren ein sehr schönes rundes und dichtes Pulver.

Das Poliren.

Das Poliren des Pulvers geschieht theils in der Absicht, es dichter zu machen, da es, so lange es noch feucht ist, sich noch zusammendrücken läßt, theils soll es die scharfen Ecken wegnehmen und, wenn es gefordert wird, die eckigen Körner ganz rund machen; auch soll es den durch Zersplittern von Kuchen gebildeten Körnern eine glatte Oberfläche geben, damit sie weniger Feuchtigkeit ansaugen. Geschliffenes Pulver conservirt sich viel besser, als unabgeschliffenes; so warf ein unabgeschliffenes 30 Jahre aufbewahrtes Pulver 36 Ellen, während dasselbe aber abgeschliffen und 35 Jahre aufbewahrt 42 Ellen Wurfweite gab. Insofern hat es also seinen großen Werth; dagegen verliert das Pulver dabei nicht unbedeutend an Wirksamkeit, weil es bei weitem weniger entzündlich wird; so warf bei einem Versuche das aus Kuchen gebildete unabgeschliffene Pulver 98 Ellen, dasselbe abgeschliffene Pulver aber unter völlig gleichen Umständen nur 75 Ellen; bei schlechterem Pulver soll dieser Unterschied noch größer werden. — Versuche in la Fère (1796) gaben ein entgegengesetztes Resultat; dagegen entsprachen die von Vincennes (1798) dem angeführten. Napier will gefunden haben, daß die Verminderung der Kraft des Pulvers durch das Poliren ⅓ bis ¼ betrage. — Auch hat man bei'm Poli-

ren Verluſt an Staub, eine nicht unbedeutende Arbeit mehr und keine geringe Gefahr; zumal da ſich der Pulverſtaub als feſte Kruſte an die Trommelwände legt. Dennoch muß man es beibehalten, ohne es jedoch ſo weit zu treiben, als es die Engländer bei ihrem Jagdpulver thun. — Das neueſte Kriegspulver ſoll nicht polirt werden.

Das Poliren geſchieht durch das Pulver ſelbſt. Ein Korn ſchleift das andere. Früher geſchah es in zwillichnen Säcken, in England in Säcken von Kanevas, die auf einem mit Latten benagelten Tiſche umhergewälzt wurden, und zwar geſchieht dieſe Operation beſonders zum Erzeugen des runden Pulvers aus eckigen Körnern. Bei den engliſchen Säcken ſonderten ſich die kleinen Körner von ſelbſt ab, indem ſie herausgedrückt wurden. Jetzt geſchieht es meiſt in Tonnen, die man zu $\frac{1}{3}$ füllt, die inwendig mit Querſproſſen verſehen ſind und ſich 8 Stunden ſehr langſam (zehnmal in der Minute) umdrehen. Das Pulver darf dabei nicht zu feucht ſeyn, nöthigenfalls wird es vorher etwas getrocknet. — In Frankreich, wo dieſe Operation des Trocknens essorer heißt, legt man das Pulver dazu eine Stunde an die Sonne mit Tüchern bedeckt. In Rußland bringt man 108 Pfund auf einmal in eine Tonne und dreht ſie 15 Stunden. In England dreht man bei ſuperfeinem Jagdpulver zwei Stunden langſam, dann 5 Stunden raſch (38 Umdrehungen in der Secunde), dann 3 Stunden mit 20 Umdrehungen, dann noch 2 Stunden ganz langſam, bis es völlig von den früheren raſchen Umdrehungen abgekühlt iſt. Kommt es noch warm an die Atmoſphäre, ſo verliert es den ſchönen Glanz. — Wenn man die Trommel von Metall macht und von außen gelinde erwärmt, ſo kann man dieſe Arbeit von 8 Stunden bis 1 verkürzen. — Eben ſo ſoll feuchte Witterung auch bei

Digitized by Google

hölzernen Trommeln sehr vortheilhaft seyn und wohl eine Stunde Arbeitszeit sparen. Die Engländer haben früher in die Polirtonnen zuweilen etwas Wasserblei gethan, um dem Pulver einen noch schönern Glanz zu geben, als durch das bloße Rollen zu erreichen ist. Solches Pulver entzündet sich, nach einigen Angaben, nicht so gut, als gewöhnliches. Man hat diese Methode auch für das Kriegspulver versucht und war ziemlich zufrieden damit; es soll sich gut conserviren und die Wurfweiten des Probemortiers nur um 1,5 Procent verringert haben, was allerdings für Geschützpulver unbedeutend ist. Das Ausfüttern der Tonnen mit Blei ist nicht zu empfehlen.

Das Trocknen.

Das polirte Pulver ist nun zum Trocknen fertig. — In einigen Werken, z. B., in Kasan, trocknet man jedoch vor dem Poliren. — Früher trocknete man das Pulver nur an der Luft und zwar im Freien; an vielen Orten giebt man dieser Art noch vor allen andern den Vorzug. Es ist nicht zu läugnen, daß, wenn man die Räume dazu hat, und wenn man mit der Fabrication nicht beeilt wird, dies diejenige Methode ist, wobei das Pulver die Dichtigkeit, die es hat, noch am allererſten behält, während bei anderen, wo die Trocknung rasch geht, immer mehr eine gewaltsame Verdampfung des Wassers stattfindet, die nothwendig den Zusammenhang des Korns stört. Man will wiederholt bemerkt haben, daß an der Luft getrocknetes Pulver besser ist, als das künstlich getrocknete; vielleicht liegt dies eben nur an dieser verschieden schnellen Verdampfung des Wassers. Bei der rascheren Verdampfung zieht sich das Wasser aus den unteren Schichten in die oberen und macht, daß sich etwas Salpeter aus diesen ausscheidet, und daß sie oft aneinander backen; oft bil-

Digitized by Google

det sich auch an der Oberfläche eine Art Kruste, die das Wasser aus dem Innern nicht herausläßt. — Je schneller übrigens Pulver getrocknet wird, desto mehr Abgang giebt es bei'm Ausstauben.

Bei den noch bestehenden Lufttrocknungsanstalten sind die Dächer zum Aufschlagen und Ziehen mit Schnüren. Die Gestelle sind meist weiß angestrichen, um das Licht zu reflectiren. Man wählt für die Plätze gern eine Lage gegen Mittag oder Morgen; nach Abend und Mitternacht muß der Ort durch Mauern gedeckt werden, und sind heftige Ostwinde gewöhnlich, so muß auch dort eine Mauer schützen. Der Platz muß entlegen von allen Communicationen seyn, damit das Pulver nicht mit Staub verunreinigt werde.

Man wählt dabei die heiteren und dabei nicht zu heißen und nicht windigen Tage, und breitet das Pulver auf großen gegen Mittag etwas geneigten Flächen nicht höher, als einige Linien aus. An vielen Orten schützt man das Pulver vor den Sonnenstrahlen, man braucht dann etwa 9 Stunden zum Trocknen. Die Temperatur steigt nicht über 20°. In einigen Fabriken dagegen trocknet man unmittelbar an der Sonne; dann ist die Operation in 4 Stunden beendet. Die Temperatur steigt dabei auf 55° R. Jetzt trocknet man viel in Zimmern, eine Methode, die den nördlichen Climaten mehr angemessen ist, als die erstere, da diese bei wechselndem Wetter sehr lange dauernd und mißlich wird. In einigen deutschen Fabriken trocknet man das Pulver in einem kalten Zimmer. Es wird dazu auf hölzernen Unterlagen, die aufstehende Ränder haben, 1 Zoll hoch ausgebreitet auf Stellagen geordnet, und in 4 bis 5 Tagen ist es völlig trocken. Diese Trockenmethode kann, wie die vorige, nur für den Sommer passen. Für einen auch den Winter durch dauernden Betrieb be-

Digitized by Google

darf man in unserm Clima geheizter Räume. Gewöhnlich stellt man einen Ofen in ein Zimmer, den man von außen heizt und innerhalb mit einem Schirme von Kupfer umschließt; oder man führt bloß warme Luft durch Röhren in das Zimmer. Jedenfalls trocknet in solchem geheizten Zimmer das Pulver in sehr ungleicher Zeit, je nachdem es hoch oder tief darin gelegen hat; auch ist dies Verfahren immer nicht gefahrlos, weil der Ofen leicht überhitzt wird und der nie ganz zu vermeidende Staub sich entzünden und auch die Luftröhren Funken zuführen, oder überheizt werden können.

Die Engländer führten deshalb um's Jahr 1780 die Trocknung mit Wasserdämpfen ein; sie legten das Pulver auf große kupferne Schalen, die den oberen Boden eines weiten Gefäßes bildeten, in welches aus einem weit entlegenen Dampfkessel die heißen Dämpfe geleitet wurden. Die Temperatur war zwischen 43 und 60° R. Man blieb lange Zeit bei dieser allerdings gefahrlosen und leicht zu regulirenden Methode; allein man fand, daß auf diesen Platten das Pulver den Glanz wieder verlor, den es bei'm Poliren bekommen, und daß dies an der starken Wärmeleitung des Metalls liege. Man versuchte auf schlechteren Leitern, auf wollenen und leinenen Tüchern u. s. w. zu trocknen, mußte nun aber vom unmittelbaren Heizen mit Dampf abgehen und verband deshalb eine frühere Methode, das Durchstreichen kalter comprimirter Luft, mit der Dampftrocknung, indem man die comprimirte Luft in Röhren durch Dampf erwärmen und dann durch das Pulver streichen ließ. Dies ist die jetzt in den neueren Fabriken angewandte Trocknungsart.

In Essonne und Vouges sind Trockenanstalten der Art angelegt. Der Apparat ist in den Figuren 27 bis 30 dargestellt. Er besteht aus einem Ven-

Digitized by Google

tilator, welcher Luft in das Heizgewölbe führt, aus diesem, in welchem mittelst eines Ofens und mittelst Wärmeröhren die Luft bis zu einer Temperatur von 60° erhöhet wird und aus der eigentlichen Trockenstube, in welcher das zu trocknende Pulver angebracht wird.

Der von einer Trommel umschlossene Ventilator, Fig. 27, 28 und 29, besteht aus einer stehenden Welle **a b**, um welche 4 senkrechte Flügel eine drehende Bewegung erhalten. Das obere Ende der Welle hat ein Winkelrad, in welches ein anderes greift, dessen Welle ein Mensch durch eine Kurbel in Bewegung setzt. Das untere Ende bewegt sich mittelst eines Zapfens in einer Pfanne **c**, die in der Säule **p** eingelassen ist. Der Flügelrahmen, Fig. 29, besteht aus Stangen **f f, g g, h h, i i** und aus diagonalen Rippen **f g, h i**. Letztere sind mit Schrauben versehen, durch welche die Flügel in die Höhe gezogen werden, wenn sie sich gebogen haben. Der Rahmen ist mit Wachsleinwand überzogen. — Die Trommel, Fig. 27, hat vier Oeffnungen, nämlich: **B** in der Decke, **C** mit dem unterirdischen Canale communicirend, **I**, welche die Luft von außen ansaugt, **E** der Abführungscanal, der mit dem Heizgewölbe in Verbindung steht, **P** die Eingangsöffnung zur Trommel.

Das Heizgewölbe ist gewölbt und in demselben wird die Luft mittelst des Ofens **K** und der Röhren **o o** erwärmt. Letztere stehen durch den Canal **N** mit dem Ofen in Verbindung und gehen, nachdem sie einige Male in der Stube circulirt haben, in die Esse **e**, Fig. 30, aus. Der Ofen **R**, Fig. 28, hat verschiedene Oeffnungen, nämlich: **a** zum Aschenfalle, **b** zum Feuerraume, **c** mit einem Register versehen, um die äußere Luft herbeiströmen zu lassen. Dieselbe wird dort erwärmt und vermengt sich darauf in dem Canale **N** mit dem Rauche, dessen Koh-

lenstoff sie verbrennt. Man vermeidet dadurch den Ansatz von Ruß in den Röhren, welcher ein schlechter Wärmeleiter ist. An beiden Enden des Gewölbes und in ihrem Umfange befinden sich zwei Mauern, F Fig. 27, die bis zur Decke aufgeführt und etwa 8 Zoll von den Umfangswänden der Stube entfernt sind. Die zwischen beiden Wänden befindliche Luftschicht schützt als ein schlechter Wärmeleiter gegen Abkühlung. — G ist eine kleine Mauer am Ende des Gewölbes, die sich nicht bis zur Decke erhebt, sondern an derselben eine Oeffnung in Form eines Kreisschnitts läßt, durch welche die erwärmte Luft in den Canal HH strömt, der in den Trockenkasten führt. D Fig. 27 und O Fig. 28 ist eine Glasthür, an deren Innern man ein Thermometer aufhängt.

Die an der Gewölbewand liegende Trockenstube, Fig. 27 und 30, ist mit einem nach Süden geneigten Glasdeckel tt verschlossen, so daß die Sonnenstrahlen leichter absorbirt werden können. Länglich-viereckige Tröge oder Kasten von Ziegelsteinen, mit einem hölzernen Rande i umgeben, sind längs der nördlichen Wand des Trockenkastens angebracht. Der Rand nimmt eiserne quadratische Stäbe l auf, die senkrecht auf den langen Wänden stehen, und deren Neigung senkrecht auf den Sonnenstrahlen im Sommer-Solstitium steht. Quer durch dieselben gehen Drähte und es entsteht auf diese Weise ein Gitter, auf welche Flanelldecken ausgespannt sind. Auf dieselben wird eine Schicht Pulver ausgebreitet. Der Boden pp des Kastens, der ebenfalls nach Süden zu abfällt, ist mit weißen Fayencefließen bedeckt. — Der Canal HH, durch welchen die erwärmte Luft aus dem Gewölbe entweicht, mündet am Boden des Troges aus und ist mit einer Klappe n versehen, um das Eindringen der Luft erforderlichen Falls unterbrechen zu können. — Die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft ent-

Digitized by Google

weicht durch die Essen, die mit der das Gebäude krönenden Gallerie in Verbindung stehen.

Das Glasdach erhält bei starkem Regenwetter, bei Stürmen oder im Winter eine Decke von getheerter Leinwand.

In Essonne trocknete man täglich 2400 Kilogramm im Sommer und 1200 im Winter. Vergleicht man diese Luftheizung mit der, wo heiße Wasserdämpfe unter eine Kupferschale treten, worauf das Pulver liegt, so ergiebt sich, daß diese letztere zwar vielleicht etwas feuersicherer ist, aber mehr Brennmaterial erfordert, daß das Pulver leichter verdirbt, weil man bei ihr nicht, wie bei jener, eine beliebig langsam steigende Temperatur geben kann, daß man fortdauernd umrühren muß, damit das Pulver nicht zusammenbacke, daher mehr Abgang hat und mehr Handarbeit bedarf, und daß viele Reparaturen nöthig werden. In England trocknet man das 1½ Zoll hoch liegende Pulver sehr gelinde und ohne es umzurühren, bis sich kein Dampf mehr zeigt; dann läßt man die Temperatur auf 50° R. ansteigen, und in 24 Stunden ist das Trocknen beendet. Nur in dringenden Fällen heizt man gleich stark an und steigt bis nahe an 60° R.; es bedarf dann nur 12 Stunden zum Trocknen. Dies getrocknete Pulver wird abgekühlt und in einem geheizten Locale in Fässer geschlagen, oder, wenn es Jagdpulver ist, in blecherne Büchsen zu 1 Pfund verschlossen. Die Rahmen, worauf in England getrocknet wird, sind 36 Zoll lang und 20 Zoll breit. Man wirft diesen letzteren Trockenapparaten vielleicht wohl mit Recht vor, daß sie das Pulver zu schnell trocken machen und das Mischungsverhältniß desselben stören. Dussaussoy schlug deshalb vor, alles Pulver erst auf dem beschriebenen Apparate, mittelst durchgetriebener kalter Luft, vorläufig zu trocknen, und dann zuletzt warme Luft

anzuwenden. Es würde, glauben wir, gewiß nur einer sehr geringen Erwärmung bedürfen, wenn man die Luft, indem man sie vorher über Chlorcalcium, über glühende Kohlen u. s. w. streichen ließe, austrocknete; am besten wäre es, man trocknete so mit sorgfältig getrockneter kalter Luft und ohne alle Wärme; die Gefahr wird durch dies Trocknen ohne Wärme bedeutend verringert, und das Pulver gewiß um Vieles besser, da, je mehr man heizt, theils der Zusammenhang durch die entweichenden Wasserdämpfe gestört, theils die Auflösungskraft des Wassers für den Salpeter gesteigert und daher dieser auf die Oberfläche gebracht wird. Allerdings wird das Pulver bei dieser Methode nicht so wasserfrei, als wenn man Wärme anwendet; das schadet aber nicht, da das zu trockne Pulver sich doch sogleich wieder mit Wasser aus der Atmosphäre sättigt. Die Erzeugung von Staub vermindert sich ferner bei dieser Trocknung bedeutend. Man kann dabei auch jede Pulverquantität, so wie sie fertig wird, zum Trocknen ausstellen, und bedarf daher weniger Raum. Den Zeitpunct, wo die Trocknung beendet ist, erkennt man an der licht gewordenen Farbe und dem sich nicht mehr verringernden Gewichte des Pulvers. Das Champysche runde Pulver trocknet langsamer, als das gewöhnlich bereitete, und bedarf 2 bis 3 Tage, wenn dieses in 7 bis 8 Stunden trocken wird.

Das Sortiren des Pulvers, was nicht gleich schon bei'm Körnen sortirt wurde, wie dies immer der Fall ist, wenn diese Operation nicht durch Sieben vorgenommen wird, geschieht im Allgemeinen auch auf Sieben, deren mehrere zusammengehören, worin die noch mit Staub vereinigte Körnermasse hindurchfällt und, je nach der Größe der Siebe, in verschiedene nach dem Korn abweichende Pulvergattungen gesondert wird. Auf dem untersten Boden,

Digitized by Google

der nicht durchlöchert ist, sammelt sich der Staub. Diese Siebe haben alle diese Veränderungen erlitten, die mit den Körnsieben vorgenommen worden. Das bloße Ausstauben eines ältern Pulvers geschieht auf schrägen Sieben, die enger sind, als die Körner groß. Man kann ihnen auch die Gestalt der Getreidefegen geben. Dort fällt der Staub durch das Sieb, hier wird er vom entstehenden Luftzuge in eine eigene Kammer geführt. Man kann bis zu einem Centner in einer Stunde von einem Arbeiter ausstauben lassen.

Productions-Verhältnisse.

Ueber die Zeiten, welche bei gleichen Pulvermengen nach den verschiedenen Proceduren aufgehen, fehlt es an bestimmten Vergleichen. — Nach dem Gutachten einer französischen Commission ist das Fabricationsquantum bei der Champyschen Methode sechsmal so groß, als bei den Stampfmühlen, die Handarbeit bei gleichen Pulvermengen $\frac{1}{6}$, die Arbeit dabei gefahrloser und das Pulver schwerer zerreiblich. Das Körnen in Sieben giebt, nach mehreren Notizen, 50 Procent Körner aus gepreßten Kuchen, 60 aus gewalzten; die Champysche soll 90 aus 100 Staub geben. Cassendi sagt, man bedürfe, um täglich 2000 Pfund Pulver zu machen:

Auf den Stampfmühlen	40	Mann
= = Walzmühlen	30	=
Nach der Champyschen Methode	20	=

Dumas giebt folgendes Verhältniß für die Champysche Methode und die bis jetzt in le Bouchet für das Kriegspulver befolgte an:

Bei der Champyschen zu 200 Pfund Pulver:

Pulverisation von Schwefel und Kohle	4 Stunden
Mengung der Substanzen	4 =
Körnen	$\frac{1}{2}$ =
Aussieben	$\frac{1}{2}$ =

Digitized by Google

Glätten	2 Stunden
Trocknen	4 "

Bei der von le Bouchet zu 200 Pfund Pulver:

Pulverisation mit Zinnkugeln	12 Stunden
Mengen mit 2 Procent Wasser	12 "
Mengen " 4 " "	2 "
Körnen	4 "
Zerreiben in Tonnen	6 "
Walzen mit 4 Procent Wasser	2 "
Körnen	4 "
Walzen	2 "
Körnen	4 "
Glätten	60 "
Trocknen	4 "

Rückstand des Pulvers.

Der Rückstand, den das Pulver nach dem Abfeuern läßt, ist schon wiederholt Gegenstand der Untersuchung geschickter Chemiker gewesen, und es ist leicht nachzuweisen, woher die ziemlich verschiedenen Resultate ihrer Analysen entstehen. Wir haben diesem Gegenstande, da er von Wichtigkeit ist und in den Lehrbüchern nur oberflächlich behandelt wird, hier eine größere Aufmerksamkeit widmen zu müssen geglaubt. — Wir sagten schon oben, daß, wenn das Pulver vollkommen innig gemengt wäre, kein Wasser enthielte und vollkommen verbrennte, 41 Procent Schwefelkalium als absoluter Rückstand bleiben müßten. Jene Vordersätze werden aber in der Praxis nie erfüllt. Es befindet sich in einigen Körnern verhältnißmäßig etwas mehr Kohle; die ersteren geben daher neben Schwefelkalium etwas schwefelsaures Kali, weil Salpeter mit Schwefel allein verbrannt dieses Salz bildet, so wie die kohlenreicheren Körner etwas kohlensaures Kali liefern, wie es immer entsteht, wenn Kohle allein mit Salpeter verbrennt. — Gemeiniglich

bleibt etwas Kohle unverbrannt, etwas Salpeter nicht völlig zersetzt (als Stickstofforyd-Kali), besonders findet dies bei stark verdichteten Pulversätzen statt. — Außerdem bildet sich bei'm Schießen mit Bronzegeschützen eine nicht unbedeutende Menge von braunem Schwefelkupfer. — So entstehen dann die mannichfachsten Beimengungen zum Schwefelkalium in den Rückständen, die dieses oft überwiegen können. In dem Maaße, als sie zunehmen, müssen auch mehr als 41,0 Procent bleiben.

Der größte Theil dieses Rückstandes wird bei der Entzündung mit herausgerissen und bildet mit den in der Atmosphäre sichtbar werdenden Wasserdämpfen den sogenannten Pulverdampf. Im Geschütz bleibt eine mehr oder minder dünne Lage davon zurück; je heftiger die Verbrennung des Pulvers ist, je geringer verhältnißmäßig die Schwere des Geschosses, je größer der Spielraum, desto mehr vom absoluten Rückstande wird herausgeworfen, desto kleiner ist der relative. Die Schichten des Rückstandes verändern sich an der Atmosphäre sehr schnell, besonders wird das Schwefelkalium leicht zu schwefelsaurem Kali. Zu einer chemischen Analyse müssen aber immer mehrere solche Schichten zugleich genommen werden; es ist daher sehr erklärlich, wenn die Untersuchungen auch verschiedene Ergebnisse haben müssen.

Je unvollkommener die Verbrennung eines Pulvers ist — was abhängt von dem Mischungsverhältnisse, der Reinheit der Materialien, dem Grade ihrer Kleinung und Mengung, der Größe, Form, Festigkeit und Staubfreiheit des Korns, der Größe der Ladung, dem Grade ihrer Trockenheit, der Form des einschließenden Raums und der Wärmeleitungskraft und Temperatur seiner Wände, wahrscheinlich auch von dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre — desto weniger Schwefelkalium, und desto mehr schwefelsaures

Digitized by Google

und kohlensaures Kali muß sich nach dem oben Gesagten bilden, desto größer wird daher der absolute und in höherem Maaße noch der relative Rückstand werden, desto weniger Neigung wird er, bei übrigens gleichem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, zum Zerfließen haben, da das Schwefelkalium das hier wirksame Princip ist; in eben dem Maaße wird daher das Pulver auch mehr Kruste und weniger Schleim geben.

Je weniger Rückstand bleibt, desto lichter ist seine Farbe, so daß man aus der Farbe mit größerer Sicherheit auf die Menge des absoluten Rückstandes schließen kann, als aus der Quantität, die wirklich im Geschütze bleibt; doch ist diese letztere in den meisten Beziehungen die wichtigere, wenn man nicht aus der Menge des absoluten Rückstandes einen Rückschluß auf die Güte des Pulvers machen will. Je weniger Rückstand bleibt, desto gelblicher ist er vor, desto klarer ist er nach dem Zerfließen; je weißer er aber vor dem Zerfließen und je schwärzer er nach demselben ist, desto mehr Rückstand hat das Pulver gelassen. — Diese verschiedenen Färbungen vor und nach dem Zerfließen entstehen dadurch, daß die Kohle, besonders aber das Schwefelkupfer, in der Schicht immer nach unten, und das weiße schwefelsaure und kohlensaure Kali, so wie das gelbe Schwefelkalium darüber liegen, eine Erscheinung, die wohl nicht anders zu erklären ist, als daß man annimmt, der eigentliche Rückstand, der im Geschütze sich anlegt, sey hauptsächlich unverbrannte Kohle und Schwefelkupfer, und ein Theil des Dampfes, der aus den beiden Kalisalzen und dem Schwefelkalium besteht, schlage sich erst später auf diese nieder; sie sind sichtbar auf die Kohlenkruste aufgespritzt. Ist die Verbrennung vollkommener, so hat sich, wie gesagt, mehr gelbes Schwefelkalium gebildet, was nur auf einer dünnen Kohlenschicht liegt, sie färbt, und

Digitized by Google

bei'm Zerfließen durch die geringe Kohle nur wenig getrübt wird. Iſt aber die Verbrennung unvollſtändig, ſo liegt viel weißes ſchwefelſaures und kohlenſaures Kali über einer dicken Kohlenſchicht; zerfließt das kohlenſaure Kali dann, ſo wird die ſchwarze Kohle in der klaren Auflöſung ſichtbar. Bei ſehr ſchlechter Verbrennung kann der Rückſtand durch das Uebermaaß von Kohle auch ſchon vor dem Zerfließen ſchwarz ausſehen. Am beſten zeigt ſich dieſer Farbenwechſel am Dampfſtriche vor der Mündung.

Die Kohle, die man erhält, wenn man einen von Bronzegeſchütz erhaltenen Rückſtand in Waſſer auflöſ't und filtrirt, enthält bis zu $\frac{3}{4}$ ihres Gewichts an Schwefelkupfer, was theils aus der Verbindungsſtufe von 2 Miſchungsgewichten Kupfer auf 1 Schwefel (80 Kupfer und 20 Schwefel), theils auch aus der Stufe von 4 Miſchungsgewichten Kupfer zu 1 Miſchungsgewicht Schwefel (88,89 Kupfer und 11,11 Schwefel) beſteht. — Die Kohle, die nach dem Auslaugen des Rückſtandes rothbraun war, wird nach dem Ausziehen des Schwefelkupfers mit kochender Salpeterſäure ſchwarz. Keineswegs bildet ſich aber, wie Einige wohl geglaubt haben, ſchwefelſaures Kupfer, was auch in Anweſenheit von kohlenſaurem Kali nicht beſtehen könnte.

Das Schwefelkalium und das kohlenſaure Kali, beſonders aber das Erſtere, ziehen begierig Feuchtigkeit aus der Luft, und zwar, wie ſchon Gay Luſſac bei Gelegenheit der Unterſuchung der Alaunpyrophore dargethan, deſto mehr, je mehr ſie erhitzt worden, je feiner ſie vertheilt, und je mehr ſie durch zwiſchengelagerte Subſtanzen am Zuſammenbacken gehindert werden. Im Pulverrückſtande befinden ſie ſich ſehr fein vertheilt, und es liegt viel Kohle und ſchwefelſaures Kali als Trennungsmittel dazwiſchen. Der Rückſtand zerfließt daher überaus ſchnell an der Luft,

Digitized by Google

und zwar desto rascher, je vollständiger das Pulver verbrannt, je mehr also Schwefelkalium gebildet worden ist; je schwefelreicher das Pulver war, desto rascher wird das Zerfließen, eben wegen der großen Menge von Schwefelkalium, eintreten, weshalb man auch solchem Pulver vorwirft, es schleime sehr. Es entwickelt sich bei der bald eintretenden Oxydation des Schwefelkaliums zu schwefelsaurem Kali etwas Schwefelwasserstoff, daher der Geruch nach faulen Eiern. Ein eigenthümlicher Beigeruch läßt auf etwas brenzliches Oel schließen.

Der Rückstand zerfließt nicht immer gleich schnell: je mehr der Feuchtigkeitsgrad der Luft dem Sättigungspuncte nahe kommt, den sie für diese Temperatur hat, desto leichter wird ihr der Rückstand Wasser entziehen; die Temperatur hat auf die Zeit, die zum Zerfließen gehört, keinen directen Einfluß, wie sonst wohl behauptet wird, sondern nur insofern, daß wärmere Luft überhaupt eine größere absolute Menge Wasser aufnehmen kann und es daher seltener an heißen Tagen vorkommt, daß die Luft beinahe gesättigt sey; sind daher zwei Luftmassen von verschiedener Temperatur in Bezug auf diese gleich gesättigt, so wird der Rückstand gleich schnell flüssig in der warmen wie in der kalten Luft. Dagegen ist zweifelsohne die Temperatur der Geschützwand nicht ohne Einfluß; je heißer das Metall ist, desto weniger wird der Rückstand zerfließen.

Bei dem Auffaugen des Wasserdampfes und Umwandeln desselben zu Wasser wird Wärme frei; bei dem Zerfließen aber des festen Rückstandes in dem aufgezogenen Wasser wird wieder Wärme verschluckt. Unter bestimmten Umständen, d. h., wenn viel von dem Rückstande so in einen schlechten Wärmeleiter eingeschlossen wird, daß er zwar etwas Feuchtigkeit aus der Luft, aber doch nicht so viel aufneh-

men kann, daß er zum Zerfließen kommt — wird nur Wärme frei, ohne daß welche absorbirt würde, und es entsteht auf diese Weise eine so hohe Temperatur, daß sich ein hineingehaltener brennbarer Körper: als Holz, Werg u. s. w. entzündet. — Nach vielen mit diesem Selbstzünder angestellten Versuchen fand ich, daß die beste Methode, die pyrophorische Eigenschaft hervorzurufen, folgende sey. Nach mehreren schnell hintereinander gethanen Schüssen kratze man den Rückstand möglichst rasch aus dem Geschütz und verhülle ihn wenigstens zu ½ Loth in ein feuchtes Papier oder Werg; die Temperatur steigt dann in jeder Minute ziemlich regelmäßig um 20° R. bis zu 80° hin; von da an geht das Steigen in Absätzen und Sprüngen, und in einer Viertelstunde tritt die Entzündung ein.

Als diese Erscheinung zuerst bemerkt wurde, glaubte man, daß davon wohl die Selbstentzündung der Schüsse entstehen könnte; allein dies ist deshalb nicht wahrscheinlich, weil der Rückstand im Geschütz in sehr dünnen Schichten und zwar auf einem guten Leiter liegt; bei mehreren absichtlichen Versuchen gelang es nicht, Kartuschen, die in ein sehr stark mit Pulverkruste belegtes Geschütz gebracht wurden, zu entzünden, ja sogar bloßes Pulver wollte sich nicht entzünden. Es ist nicht zu zweifeln, daß der Rückstand des Pulvers ein Hauptagens der Verderbniß der Geschütze ist, wie theilweise aus der schon oben erwähnten Beobachtung hervorgeht, daß der Rückstand, aus Bronzegeschützen gesammelt, bis zu 4 Procent Schwefelkupfer enthält. Es schien nicht unwichtig, die Einwirkung dieses Gemenges auf die verschiedenen Metalle näher zu untersuchen. Meyer und Andere bedienten sich zu diesen Untersuchungen eines innigen Gemenges von Schwefelkalium und kohlensaurem Kali.

Digitized by Google

Bringt man das Gemenge auf blankes Kupfer, so verändert sich dies nicht, so lange das Gemenge trocken ist; sobald es aber Feuchtigkeit anzieht, wird die Kupferfläche sogleich schwarz. — Um genauer den Grund dieser Färbung festzustellen, ward eine Kupferplatte mit Schwefelkalium und eine mit kohlensaurem Kali bestreut. Die erste Platte wurde bei'm Zerfließen sogleich schwarz; die zweite bekam einen leichten dunkeln Schein. Auf der ersteren bildete sich ganz deutlich eine Kruste von braunem Schwefelkupfer, die, nachdem das noch übrige Schwefelkalium abgenommen worden, sich abkratzen ließ. Dagegen schützte eine Haut von Oxydul das Kupfer längere Zeit vor dem Angriffe. Es wurde nun ein Versuch gemacht, das Schwefelkalium durch schwache Schwefelsäure, die das Kupfer bekanntlich nicht angreift, zu zerlegen; es bildete sich weniger Schwefelkupfer, und es schwamm in der Flüssigkeit, statt fest zu stehen; ähnlich verhielt sich Bier- und Weinessig. Viel günstigere Wirkung gab der Kupfervitriol; wenn eine Platte mit einer Auflösung dieses Salzes bestrichen wurde, und man brachte nun Pulverrückstand darauf, so blieb die Platte metallisch blank, ohne nur im Mindesten angegriffen zu werden. — Schwefel allein ist schon im Stande, wenn er mit Wasser, oder einer schwachen Säure, oder einer alkalischen Auflösung auf Kupfer liegt, dies oberflächlich in Schwefelkupfer umzuwandeln. In viel höherem Grade ist dies der Fall, wenn Kupfer und Schwefel erhitzt werden. Aber eine sehr dünne Schicht eines Salzes, die mittelst einer verdünnten Auflösung auf das Kupfer gebracht und dann abgedampft worden ist, schützt dieses, wie wir uns bei Versuchen mit Kupfervitriol, Alaun und Kochsalz wiederholt überzeugt, vollkommen vor dem Angriffe des schmelzenden Schwefels. Wie sehr leicht der Schwefel das Kupfer angreife,

Digitized by Google

ergab sich auf eine merkwürdige Weise bei einem Versuche auf der französischen Marine, das Pulver in mit Kupfer gefütterten Kasten zu verwahren. Als man diese nach einem Jahre öffnete, war das Pulver vollkommen trocken, aber die dem Kasten zunächst gelegenen Körner waren hart geworden, hingegen fest am Kupfer, und es hatte sich auf der ganzen Fläche Schwefelkupfer gebildet. In mit Blei gefütterten Kasten hatte sich nichts Aehnliches gezeigt.

Auf Zinn äußert weder Schwefelkalium noch kohlensaures Kali irgend einen Einfluß; schmelzender Schwefel greift es ein Wenig an, doch wird auch hier die Einwirkung durch einen Salzüberzug aufgehoben. Es läßt sich aus dem oben Gesagten schon entnehmen, daß das Bronze, als eine Legirung von Kupfer und Zinn, vom Pulverrückstande weniger, als reines Kupfer angegriffen werden kann, und so ist es denn auch. Die Einwirkung ist auffallend schwächer, aber doch noch immer bedeutend genug. Da, nach Obigem, das Schwefelkalium allein das schädliche Princip in Bezug auf das Geschützmetall ist und dieses in dem Grade im Rückstande vorwaltet, als das Pulver vollkommen verbrannt ist, so leuchtet auch ein, daß, je besser das Pulver sey, desto mehr müsse sein Rückstand die Bronzegeschütze verderben.

Gemeiniglich nimmt man an, daß die Erweiterung der Seele bei'm Bronzegeschütze durch die Kugelanschläge und durch das Ausbrennen des Zinnes entstehe. Auch von sich entwickelnden Säuren wird wohl gesprochen. Was die ersteren betrifft, so sieht man deren allerdings sehr viele in langbeschossenen Geschützen; es ist auch kein Zweifel, daß sie locale Erweiterungen hervorbringen können; allein eine allgemeine Vergrößerung, im horizontalen wie im vertikalen Durchmesser und von vorn bis hinten, kann wohl kaum dadurch erzeugt werden. — Das Ausbrennen

Digitized by Google

des Zinnes bei einer so schnell vorübergehenden Erhitzung aus einer Verbindung von 10 Kupfer auf 1 Zinn, und in einer Atmosphäre von kohlensaurem Gase, wo also von Oxydation nicht die Rede seyn kann, ist nicht wahrscheinlich, und die Praxis hat noch keine Thatsache dafür geliefert. Die bloße Kohlensäure greift kein reguliniſches Metall an, und andere Säuren entwickeln sich theils nicht, theils könnten sie auch nicht wirken, da der Rückstand stark alkaliſch ist, sie also neutraliſiren würde. Meyer glaubt dagegen, daß das Erweitern und Porösswerden der Seele größtentheils Wirkung des Schwefels sey, der besonders dadurch gefährlich wird, daß er, aus dem leicht zersetzbaren Schwefelwasserstoff im höchst vertheilten Zustande ausgeschieden, sich sehr rasch mit metalliſchem Kupfer verbindet und dann als Schwefelkupfer herausgerissen und gewischt wird. Die Schicht der gebildeten Verbindung ist jedesmal allerdings nur gering, aber nach vielen 100 Schüssen kann sie wohl mehrere Hunderttheile Zolle auf beiden Seiten des Durchmessers betragen. Dies wird bei kupferreicheren Geschützen stärker eintreten, als bei zinnreicheren, und wirklich finden wir, daß dies der Fall ist, so wie auch die Erscheinung sehr wohl mit obiger Ansicht stimmt, daß die großen Geschütze, wo die Temperatur bei'm Schießen bedeutend höher wird, als bei kleinen Kalibern, dies Ausweiten merklich stärker ist.

Könnte man den Angriff des Schwefels auf das Kupfer verhindern, so wäre dem Geschütz ein wesentlicher Dienst geleistet; es wäre daher wohl zu versuchen, ob dies bei'm Belagerungsgeschütze statt hätte (denn bei diesem würde es nur anwendbar seyn), wenn man naß, und zwar mit einer verdünnten Auflösung eines Metallsalzes, auswischte. Es bieten sich dazu die Bleisalze, die Eisen- und Zink-

Digitized by Google

salze mit Holzessigsäure, der so sehr wohlfeilen Schwefel- und Salzsäure u. s. w. — Auf Gußeisen sowohl als auf Schmiedeeisen ist die Einwirkung des Schwefels, sowohl in Substanz, als in Form von Schwefelkalium, bedeutend schwächer, als auf Kupfer und Bronze. Schwefelkalium wirkt erst nach einiger Zeit, und zwar nicht schwefelnd, sondern stark oxydirend; geschmolzener Schwefel, auf heißem Eisen abgebrannt, giebt nur eine sehr dünne Haut Schwefeleisen, und dies auch nur auf einer viel kleinern Stelle, als man mit Schwefel bedeckt hatte. Es ist daher die Frage, ob das starke Ausbrennen des Zündlochs bei'm kleinen Gewehre bedeutend vermindert werden könnte, wenn man es vergoldete oder mit Nickel versetzte, da die Erweiterung mehr Folge der mechanischen Kraft der Gasentwickelung und heftigen Ausströmung, als der chemischen Einwirkung zu seyn scheint.

Allgemeine Betrachtungen über die mechanische Bereitung des Pulvers.

Für jetzt ist, wie wir oben auseinandersetzten, kein Grund vorhanden, die Bestandtheile des Pulvers, so wie ihr Mischungsverhältniß zu ändern. Man kennt jetzt keinen Stoff, der mit Vortheil an die Stelle der bisher gebrauchten gesetzt würde, so daß man bei den jetzt bekannten Anfertigungsmethoden keinen der Bestandtheile weglassen oder in veränderter Menge zusetzen darf. Daß bei zu rascher Verbrennung schon mit unsern gewöhnlichen Substanzen ein Pulver erzeugt werden kann, dem das Bronzegeschütz nicht zu widerstehen vermag, zeigte namentlich das runde le Bouchet-Pulver, welches nach 1827 in Vincennes angestellten Versuchen die besten Geschütze oft mit einem Schusse, ja selbst die mit einer schmiedeeisernen Seele völlig zerstörte, indem

diese theils in der Seele tiefe Gruben erhielten, theils sich in der Gegend der Ladung bis zum Aufreißen dehnten, ja bis zum Zerspringen erweiterten. Das Infanteriegewehr wurde dagegen durch dieses Pulver gar nicht, eben so wenig das Wurfgeschütz verändert, und gab bei ihnen sehr gute Resultate.

Es bleibt uns daher nur noch für das Büchsen- und Jagdpulver in Beziehung auf Verstärkung des Pulvers Spielraum offen, und auch hierbei wird man mit den bisherigen Substanzen ausreichen; so würde die Verstärkung des Pulvers vielleicht auch für diese Waffe an die Grenze, welche sie erträgt, zu bringen seyn, wenn man zur gewöhnlichen braunen Pulverkohle $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Leinwandkohle setzte und das Pulver noch feiner körnte. Für die größere Masse des Kriegspulvers ist daher für jetzt ein ganz anderes Problem als Verstärkung zu lösen, nämlich die Gleichförmigkeit der Wirkung, die da macht, daß alles nach gleichen Gemengtheilen irgendwo verfertigte Pulver gleiche Kraft äußert und diese Kraft auch unter allen Umständen möglichst behält; hierbei kommt es, wie leicht einzusehen, weniger auf die Wahl und Feststellung der Menge der Bestandtheile, als auf die Art der Bereitung, auf den mechanischen Theil der Fabrication an.

Also keine Beimengung von chlorsaurem Kali und von Knallquecksilber, welche die Gefahr bei der Bereitung, dem Transport und für die Waffe erhöhen und höchstens eine Verringerung der Transportmittel herbeiführen können. Dagegen scheint es, als müsse man auf die Verbesserung der Bereitung den höchsten Fleiß wenden. So ist zuvörderst Darstellung möglichst aschenfreier Kohle, eines vollkommen reinen Salpeters zu erstreben, ferner die höchste Vertheilung und die innigste Mischung der Substanzen zu empfehlen. Nur wenn wir dies bis zur Grenze der

Digitized by Google

Möglichkeit treiben, werden wir Unterschiede erhalten, die in der Praxis verschwinden; bei allem Stehenbleiben auf einer niedern Stufe erhalten wir, trotz allen Vorschriften und scharfer Bestimmung der Arbeitszeit und der Maschinen, Unterschiede je nach der Sprödigkeit, Feuchtigkeit u. s. w. der Substanzen, die sich bei verschiedenen Localitäten nie vermeiden lassen. — Man wird dagegen einwerfen, daß auf diese Weise das Pulver zu stark werde, was wir ja vermieden haben wollen; allein man kann dem Pulver durch ein größeres specifisches Gewicht, so wie durch ein gröberes glätteres Korn, welche Veränderung nur vortheilhaft auf die Transportfähigkeit und für die Aufbewahrung des Kriegspulvers wirken kann, leicht eine zu große Stärke nehmen. Nur bei der innigsten Mengung der Substanzen wird man der Kohle ihr Absorptionsvermögen bis zu einem unschädlichen Grade nehmen können. Betrachten wir nun, was zum Erreichen obigen Zweckes vielleicht geschehen könnte. Zur Vermehrung der Innigkeit der Verbindung halten wir eine starke Befeuchtung während des Mengens für sehr zweckdienlich, da keine Mengung die Vertheilung hervorbringt, welche die Auflösung giebt und der Salpeter auf keine Art so in die Kohle einzieht, als gerade im aufgelöst'en Zustande. Die Idee Cossigny's, die zu bearbeitende Masse mit Salpeterauflösung statt mit Wasser zu feuchten, verdient daher alle Aufmerksamkeit; doch muß die Quantität Salpeter, die dem Satze in der Auflösung zugeht, gleich von vorn herein bei'm Abwägen abgezogen werden. — Bleibt der Pulversatz in immerwährender Bearbeitung, so ist keine Gefahr da, daß das verdampfende Wasser den Salpeter mit auf die Oberfläche nehmen werde; ganz gewiß ist es aber fehlerhaft, den Satz zwischen dem Walzen und Formen ruhig liegen zu lassen, damit er einige Pro-

Digitized by Google

cente Feuchtigkeit verliere; dabei wird die Gleichförmigkeit der Mischung unbedingt nicht um ein Kleines gestört. Der beste Beweis dafür ist, daß der Pulverstaub, der sich bei den späteren Operationen des Körnens, wo besonders die obere Fläche der auf diese Weise getrockneten Kuchen sich abreibt, salpeterreicher ist, als das Pulver selbst (er hat 86 Procent). — Man sollte daher den Anfang der Mengung in Mengtrommeln machen, wobei so viel weniger Salpeter zum Satz hinzukäme, als die später aufzugebende Auflösung enthält, den Satz dann auf Walzmühlen bringen, ihn darauf lange lassen und stark mit etwas erwärmter Salpeterauflösung feuchten, zu Ende der Arbeit aber statt deren wässerigen Weingeist nehmen, der bekanntlich den Salpeter wenig auflös't, daher dieselben Vortheile in Bezug auf Verhütung der Gefahr und das Verstäuben gewährt, wie Wasser, jedoch bei'm Abtrocknen die Gleichförmigkeit der Mischung nicht bemerkbar stören kann. Die Mehrkosten sind gewiß nicht bedeutend. Man kann die so vorbereiteten Kuchen, die, so lange sie bearbeitet werden, immer etwas feucht seyn müssen, nun ohne alle Störung bis zum vollkommenen Trocknen bringen.

Das Wasser, das sich während der Körnung im Pulver befindet, ist der gefährlichste Feind desselben in Bezug auf die spätere Conservation und Transportfähigkeit, so wie auf die Gleichförmigkeit seiner Wirkung. — Das Pulver enthält bei der Körnung bis zu 5 Procent Wasser. Dies muß bei'm spätern Trocknen weggeschafft werden. Pulver ist etwa doppelt specifisch schwerer, als Wasser; dies nimmt daher im feuchten Korn etwa $2\frac{1}{2}$ Procent des Volumens ein, und im günstigsten Falle, bei der vorsichtigsten Trocknung, entstehen daher im Pulverkorn $\frac{1}{40}$ seines Volumens Poren; fast alle Trocknung dehnt aber

das Pulverkorn noch aus; denn das specifische Gewicht des Pulverkuchens, welcher Körner giebt, die (ohne Zwischenräume) eine specifische Schwere von 1,88 haben, steigt oft bis 2,01; man ersieht daraus, wie groß die leeren Räume im Pulver sind und versteht nun, woher die große Feuchtigkeitsansaugung und die dadurch wieder bedingte Verschiedenheit der Wirkung an verschiedenen Tagen entsteht. Wir erwähnten schon oben, daß vielleicht nur eben das Behandeln des Pulverstaubes auf dem Laminoir ohne Feuchtigkeit dem superfeinen französischen Jagdpulver seine große Güte gebe, während das englische Staubpulver, das man immer von Neuem anfeuchtet, und das vorher schon durch ungleiches Verstauben in seiner Zusammensetzung gestört worden, immer schlechter wird, je öfter man es umarbeitet. Es käme daher, um ein besonders gutes und unveränderliches Kriegspulver zu erhalten, darauf an, das Wasser bei'm Körnen wegzulassen. Sätze, die vorher unter Walzmühlen behandelt worden sind, können durch vollkommen trocknes Verdichten zu einer Consistenz gebracht werden, die ihnen im befeuchteten Zustande nicht zu geben ist. Wir würden daher vorschlagen, den auf Walzmühlen auf die oben beschriebene Weise gefertigten, zuletzt mit Weingeist gefeuchteten Satz an der Luft zu trocknen, ihn wieder mit hölzernen Kugeln in Tonnen zu zermahlen, diesen Satz trocken in dünnen Kuchen zu pressen, oder auf Laminoirs zu walzen, und ihn dann zwischen Cylinder und in der Körntrommel zu körnen. Man wird dabei zwar mehr Staub bekommen (der wieder trocken verarbeitet wird), aber dafür auch das Trocknen mit allen seinen Um- und Uebelständen vermeiden und ein sich in allen Feuchtigkeitszuständen ziemlich gleiches Pulver gewinnen. Eine Gefahr kann bei dem Pressen, wenn es mit der hydraulischen Maschine geschieht,

Digitized by Google

nicht statt haben. Sollte man glauben, daß dieses Pulver wegen zu geringer Porosität zu schwach wirkte, so kann man dem ja hier durch kleinere Körnung, Zusatz von entzündlicher Kohle u. s. w. abhelfen, ohne dabei den neugewonnenen Eigenschaften des Pulvers Eintrag zu thun.

Die Form und die Größe der Körner ist von einem sehr wichtigen Einflusse auf die Verbrennung und Wirkung des Pulvers; es ist für die Vorzüge der einen oder der andern Form und Dimension durch Versuche noch nichts Definitives entschieden; allein allgemein Wahres ist doch wohl ermittelt. Was zuerst die Größe der Körner betrifft, so hat Poumet auf eine sehr geistreiche Weise theoretisch dargethan, daß die Wirkung desto größer ist, je kleiner die Körner werden, und zwar aus folgenden Gründen: 1) Kleine Körner nehmen einen geringern Raum ein, als ein gleiches Gewicht großer; die Flamme hat einen kürzern Weg zu durchlaufen. 2) Eine Ladung von kleinen Körnern berührt einen kleineren Theil der Oberfläche des Schießgewehrs, als eine gleich schwere von großen; es wird ihr daher weniger Wärme entzogen. 3) Die kleinen Körner verbrennen rascher, weil sie mehr Fläche und weniger Masse haben.

Man könnte noch hinzufügen, daß, je kleiner das runde oder eckige Korn wird, desto spitzer sind seine hervorstehenden Puncte, desto leichter entzündet es sich. Ueberdies nehmen die Ladungen mit kleinem Korn auf dem Transporte weniger Raum ein.

Die Erfahrung lehrt bekanntlich die Wahrheit der hier bloß theoretisch ermittelten Sätze, indem immer bei gleicher Bereitung das Flintenpulver (das feinkörnige) bei allen Proben größere Wirkung zeigt, als das Geschützpulver (grobkörnige). Dies hatte d'Arcy schon 1754 dargethan; die Versuche in

Woolwich und die von 1814 und 1818 in Frankreich gaben daſſelbe Reſultat. Es ſcheint auch dabei, als packe ſich das feine Pulver dichter in den Kartuſchen und gebe daher weniger Staub, als das grobe; dagegen bietet es mehr Oberfläche und wird leichter feucht, doch kann man dieſem Fehler abhelfen, wenn man es dichter macht, was bei dem kleinen Korne die Verbrennlichkeit nicht in dem Maaße vermindert, als bei'm großen. Eine Hauptſchwierigkeit dagegen bleibt die Fabrication, die, mit Ausnahme der Champy'ſchen Methode, für das runde Pulver bedeutend koſtſpieliger wird, wenn nur kleine Körner erzeugt werden ſollen. Bei großen Ladungen verſchwindet der Unterſchied zwiſchen grob- und feinkörnigem Pulver faſt ganz.

Eine zweite gleich wichtige Frage bleibt die Form des Korns. Es leuchtet ein, daß die Verbrennung regelmäßiger und auch unter verſchiedenen Umſtänden gleichmäßiger ſeyn muß, bei'm runden als bei'm eckigen Korne, da bei erſterem das Volumen bei allem Schütteln u. ſ. w. daſſelbe bleibt, während eckiges Pulver ſich mehr oder weniger zuſammenfügt; dagegen nimmt eckiges Pulver weniger Raum ein, läßt aber auch der Flamme wenigern Durchgang. Eckiges Pulver iſt bei großem Korne viel entzündlicher, als rundes, was aber bei kleinem Korne mehr verſchwindet. — Ein rundes Korn nimmt weniger Feuchtigkeit auf (nach franzöſiſchen Verſuchen wie 4 : 7). — Bis hierher wäre die Entſcheidung daher zweifelhaft; doch ſcheinen folgende Momente dem eckigen Pulver den Vorzug zu geben. Das runde Pulver erlaubt ein Zuſammenſchütteln der Kartuſchen nicht, dieſe bleiben daher immer größer und dabei weicher; als die mit gleich großem eckigen Korne. Die weichen Kartuſchen laden ſich ſchlecht in's Geſchütz, zumal bei'm Wurfgeſchütze, wo ſie bei'm Ein-

Digitized by Google

setzen in die Kammer nach französischen Erfahrungen häufig zerreißen. Bei dieser Lockerheit des runden Pulvers giebt es auch mehr Staub. Dies wird wenigstens in Frankreich behauptet und mag auch für in Kartuschen gepacktes Pulver wahr seyn, weil das eckige hier unverrückbar liegt. Rollt man aber beide Pulverarten lose in Fässern, so giebt nach 24 Stunden bei 20 Umdrehungen in der Minute das eckige zehnmal mehr Staub, als das runde; wenn dies aber nach Champy's Körnmethode bereitet ist, so dürfte sich das Verhältniß weniger günstig dafür stellen. Das runde Pulver streut, wenn man es in Patronen füllt, stark. — Bei den zu Ende des vorigen Jahrhunderts in Frankreich angestellten Versuchen gab das runde Champysche Pulver bei'm Geschütz entschiedene bessere Wirkung, aber gleiche bei'm kleinen Gewehr.

Für das Jagdpulver dürfte das runde lockere Korn von Champy vortrefflich seyn, zumal wenn man die oberste Schicht durch Leinwandkohle entzündlicher machte. Das geringe specifische Gewicht schadet hier wenig, und alle Mängel, welche diese Methode für's Kriegspulver haben dürfte, sind hier ohne Nachtheil.

Das Probiren des Schießpulvers.

Der Grad der Brauchbarkeit des Schießpulvers wird bekanntlich auf verschiedene Weise bestimmt; einmal durch gewisse empirische Erkennungszeichen, dann durch Probeschüsse, ferner durch chemische Analysen und endlich durch Bestimmung des specifischen Gewichts der Pulverkörner an sich, abgesehen von den Räumen, die sie zwischen sich lassen. — Die erste Methode läßt nur ein ganz schlechtes oder verdorbenes Pulver sicher erkennen; aber die Abstufungen der Güte des guten Pulvers kann sie nur ganz

Digitized by Google

ungefähr angeben. — Die zweite liegt leider, so sehr viel Mühe man sich mit ihr gegeben hat, noch immer in einer großen Unvollkommenheit und Unsicherheit. Erst aus den Erfahrungen der neuesten Zeit lassen sich einige mögliche Verbesserungen ableiten. — Die chemische Analyse giebt nur in seltenen Fällen, z. B., bei großer Verunreinigung des Salpeters, bei betrügerischer Anwendung von anderen Substanzen als den vorgeschriebenen, und bei großer Feuchtigkeitsansaugung Aufschluß über den Grund einer in der Prüfung durch Schießen gefundenen auffallend niedrigen Wirksamkeit. Sie hat immer nur geringen Werth. Einmal, weil überhaupt kleine Abweichungen in den Mischungsverhältnissen bei gut gearbeitetem Pulver nicht so entscheidend sind; ferner weil die chemische Analyse selbst schwer recht genau auszuführen ist. — Einen zuverlässigeren Aufschluß über den Werth des Pulvers giebt seine Dichtigkeit, insofern es nicht fremde Stoffe enthält. Im Allgemeinen wird, mit Ausnahme des nach der Champyschen Methode verfertigten runden Pulvers, was ein geringes specifisches Gewicht hat, immer das Pulver am besten bearbeitet seyn, welches das größte specifische Gewicht zeigt; aber ausschließlich kann man sich auf diese Probe doch nicht verlassen, da bei'm Schießen neben dieser Dichtigkeit auch die Größe der Körner, die Kohlenart u. s. w. entscheidend wird.

Will man nicht bloß ein schon bekanntes Pulver auf seine specielle Güte probiren, sondern überhaupt noch unbekanntes Pulver in allen seinen Eigenthümlichkeiten erforschen, so muß man jede derselben besonders auf die Probe stellen. Man untersuche dann neben der Probe durch's Schießen das specifische Gewicht des Pulvers mit den Zwischenräumen, und der Körner an sich ohne Zwischenraum; man analysire es, man untersuche seine Conservationsfähigkeit

Digitized by Google

in sehr feuchten Räumen, seine Entzündlichkeit, wo man sich der von Dupont und Gay Lussac angewandten Methode, lange Pulverstreifen anzuzünden, und die Brennzeit zu messen, bedient, oder der von Helwig vorgeschlagenen, über ausgelegte weiße Tücher mit Pistolen zu schießen, die unverbrannten Körner zu sammeln und zu wägen. Eben so beobachtete man die Transportfähigkeit; indem man das Pulver einer anhaltenden Bewegung aussetzt und die Menge des gebildeten Staubes, so wie den Verlust in den Wurfweiten ermittelt. Zweckmäßiger wird es seyn, ein bekanntes Pulver allen Versuchen mit zu unterwerfen, um einen Vergleichspunct zu haben. Nur eine solche ausgedehnte Untersuchung kann die Kriegsbrauchbarkeit des Pulvers darstellen.

Die empirischen Erkennungszeichen des guten Pulvers sind allgemein bekannt; das Nichtabfärben in der Hand, das feste, nicht leicht zerdrückbare Korn, die graue nicht zu dunkle Farbe, welche Feuchtigkeit verrathen würde, das Nichterscheinen glänzender oder gelb gefärbter Puncte, das Verbrennen mit gerade aufsteigendem Rauche ohne weit fliegende Funken u. s. w. In England legt man eine kleine Menge Pulver auf eine blanke Kupferschale und entzündet es; es darf keinen Schmuz darauf zurücklassen, und kein Korn darf herausfliegen. In Deutschland legte man sonst das Pulver auf weißes Papier, es mußte bei'm Anzünden das Papier nicht durchbrennen, auch kaum beschmuzen.

Das Probiren des Pulvers durch Schüsse ist eins der schwierigsten Probleme der Kriegsfeuerwerkerei; es ist daher nöthig, daß wir ihm hier eine größere Aufmerksamkeit widmen. — Die Proben durch das Schießen scheinen Variationen durch zwei ganz verschiedene Gattungen von Einflüssen zu erleiden, und da man diese nicht scharf

sondert, so machen sie eine große Unsicherheit der Proben unabwendbar. Diese beiden Gattungen sind: 1) Die Veränderungen, welche das Probeinstrument im Laufe seines Gebrauchs erleidet; 2) die Veränderungen des Pulvers, theils in Bezug auf seine ursprüngliche Beschaffenheit, theils auf sein Unterliegen unter atmosphärischen vorübergehenden Einflüssen.

Das erste Bestreben bei der Anwendung einer Pulverprobe muß daher nothwendig seyn, die Veränderlichkeit des Instruments auf das Minimum zurückzuführen. — Alle früheren Probeinstrumente sezzen der Pulverkraft mehr oder weniger unmittelbar eine Pferdekraft entgegen, und der Grad des Aufgehobenwerdens dieser lezteren gab das Maaß der Kraft des Pulvers. Jedes einzelne Instrument hatte, wenn es auch genau nach einem Modelle gearbeitet war, doch seine individuelle Federkraft und gab nur individuelle Resultate. Nicht allein, daß die Federn schwächer werden, und ihre Kraftäußerung sich ändert, wenn die Anlehnungspuncte mehr oder weniger glatt sind, so ist auch die äußere Temperatur sehr einflußreich auf die Kraft der Federn, so daß die Federn nicht bloß einer allgemeinen, sondern auch einer täglich variirenden Veränderung unterliegen. Sie können daher selbst bei der saubersten Arbeit kein sicheres Maaß abgeben.

Aehnlich verhält es sich mit den Eprouvetten, wo Sperrklinken die Stelle der Federn vertreten, von denen die älteste Art von Furtenbach 1627 erfunden ist. Hier wird die Art und die Menge des Oels, womit man einschmiert, ein wenig Staub und die Abschleifung der Theile von einem entschiedenen Einflusse auf die Resultate; doch können sie allenfalls schon ausreichen, wo es bloß auf gröbere Angaben ankommt.

Digitized by Google

Selbst die Eprouvetten, wo nur ein Gewicht gehoben wird und die Steighöhe sich markirt, (wie, z. B., die von Dupont) werden schwankend, wenn das Gewicht nicht mehr genau auf die Pulverkammer schließt, wenn die Reibung im Unterstützungspuncte des Hebels sich vermehrt, und wenn die Hebellängen bei verschiedenen Temperaturen sich ändern. — Eine ganz eigenthümliche Klasse der Probirmethoden ist die, welche den Rücklauf der Kammer, worin das Pulver eingeschlossen ist, als Maaß nimmt. Die bekannteste ist die Huttonsche Pulverprobe, wo ein kleines Geschütz pendelartig aufgehängt wird. Ein Zeiger bezeichnet durch Verschieben eines ledernen Ringes auf einem Kreisbogen die Grade des Rücklaufes. Dieses Instrument erlaubt allerdings einen Vergleich zweier mit verschiedenen Exemplaren angestellten Versuche; es ist den Einflüssen von Reibung und Ausschleifen so gut wie nicht ausgesetzt, da man, wie sehr sensible Waagen zeigen, auf gut gehärteten Schneiden, die auf glatten Stahl- oder Steinplatten ruhen, ziemlich große Lasten jahrelang beweglich aufhängen kann, ohne daß die Schneiden oder die Beweglichkeit litte. Allein hier ist wieder das Horizontalstellen des Rohrs und besonders das gleichmäßige Laden desselben schwierig. Man hat sie daher auch in England, wo in neuester Zeit General Miller die Huttonsche Probe veränderte und sich sehr für ihre Einführung interessirte, doch nicht angenommen. Auch die Correction, die man durch das Anschlagen der Kugel an einen andern Pendel, der ebenfalls als Maaß dienen könnte, gab, gleicht die Uebelstände nicht aus, da die Differenzen in der Ladungsart, Kugelkraft und Rücklaufsgröße beide Daten in gleichem Maaße verstärken oder vermindern.

Eine zweite Methode der Art ist Regnier's Schwimmer, der senkrecht in's Wasser gesetzt wird

nach oben eine kleine Kammer hat, die man mit Pulver ladet. Bei'm Abfeuern sinkt der Schwimmer auf eine gewisse Tiefe ein, die entweder durch einen Zeiger markirt wird, oder die sich dadurch bezeichnet, daß Sägespäne (besser Bärlappsaamen), die auf das Wasser gestreut werden, sich an den Schwimmer anhängen und bei'm Wiederaufsteigen daran haften bleiben. Man wirft dieser Probe vor, daß bei verschiedenen Temperaturen sowohl der Schwimmer als auch das Wasser verschiedene Volumina haben, wodurch diese Probe veränderliche Resultate geben soll, die kaum in Rechnung zu bringen sind. Auch wird, nach Gassendi, das Pulver leicht bei'm Entzünden theilweise herausgeworfen. Man hatte aber Gelegenheit, auf einer deutschen Pulvermühle, wo diese Probe eingeführt ist, sie sehr genügende Resultate geben zu sehen. Man nahm das Wasser immer aus demselben Brunnen, dessen Temperatur ziemlich constant war, und ließ das Instrument lange genug darin, daß es seine Temperatur annehmen konnte. Das Instrument sank sehr sicher bei einer halben Drachme Ladung bei ordinärem Pulver 110°, bei Jagdpulver 140°, bei'm Pirschpulver 156°, Unterschiede, die hinreichend groß sich markirten, um die verschiedene Güte des Fabricats bemerklich zu machen.

Das Infanteriegewehr, dessen man sich ebenfalls als Probe bedient, hat den Uebelstand, daß auch hier die Ladung schwer immer auf gleiche Weise zu verrichten ist, und daß es überdies an einem Maaße der Kraft fehlt; denn die Schußweite kann es hier, wo man die Kugel nicht wiederfindet, nicht seyn, und die Percussionskraft, die nur durch das Durchschlagen von Bretern gemessen werden kann, ist höchst unzuverlässig, selbst wenn man, wie es in England geschieht, stählerne Kugeln nimmt und die Breter vorher 14 Tage lang in Wasser legt. Diese Breter

bleiben aber, wenn sie auch von ein und derselben Holzart gefertigt sind und man sich vor ästigen Stellen hütet, doch immer sehr ungleich fest, und es kommt selbst auf die Art des Abschießens bei'm Infanteriegewehre so viel an, daß man es niemals zu einiger Sicherheit damit wird bringen können; auch ist diese Probirmethode ziemlich kostbar.

Zur Prüfung des Jagdpulvers ist Regnier's Probe zweckmäßig. Sie besteht aus zwei gefederten Armen b und c, Fig. 31. Der Arm c hat in a einen kleinen Raum für das Pulver mit einer Vertiefung für das Zündkraut. Es ist außerdem auch ein Gradbogen f angebracht, der in einem Falze am Arme b verschiebbar ist. Dieses Instrument ist ferner mit einem Drahte g, h, i versehen, welcher in ein Loch am Arme b sich schieben kann. Es ist dieser Draht mit einem kleinen Läufer von Leder versehen, der sich an demselben hin- und herschieben läßt. Der Arm b hat einen Bogen d, der sich in e hakenförmig rückwärts krümmt und auf dem Pulverbehälter befestigt wird.

Um das Pulver zu probiren, füllt man den leeren Raum, der ungefähr 1 Gramm faßt und schüttet das Zündkraut auf. Der Läufer wird nun nach i geschoben und das Pulver angezündet; sobald die Detonation erfolgt, trennt sich nun der Lauf vom Haken, indem er jeden seiner Bogen, woran er befestigt ist, mitnimmt. Diese Wirkung ist in b' e' angedeutet. Der lederne Läufer ist nun um eine gewisse Anzahl Grade verschoben, die man am Bogen messen kann.

Das gewöhnliche Jagdpulver zeigt an diesem Instrumente 12°; das feinste aber 14°. Jeder Grad drückt die Wirkung eines Kilogramms aus, welches zur Wiederannäherung der beiden Arme angewendet werden muß.

Digitized by Google

Das sicherste Prüfungsmittel bleibt immer noch der in Fig. 32 abgebildete Probemortier, der, bisher allerdings oft große Abweichungen bei demselben Pulver und bei bald nacheinander gethanen Würfen zeigte, der sich aber vielleicht doch so weit verbessern ließe, daß die Einflüsse seiner eigenen Variationen verschwänden und nur die des Pulvers hervorträten. Gewisse Variationen, die aber das Pulver selbst, theils in seiner primitiven Beschaffenheit, theils im Laufe eines Tages durch atmosphärische Veränderungen erleiden kann, muß der Mortier anzeigen, sonst hört er auf, eine Probe zu seyn; denn eben nichts Anderes kann man durch eine Probe erfahren wollen, als wie eine Substanz sich unter gewissen eben vorliegenden Umständen verhält, und man muß daher die Probesubstanz nicht absichtlich unter andere Umstände bringen wollen, als sie sich bei'm wirklichen Gebrauche befindet.

So wirft man, z. B., dem Probemortier vor, daß er des Mittags größere Wurfweiten gebe, als am Morgen (obwohl Robins das Entgegengesetzte beobachtet haben will); es ist aber noch nicht erwiesen, ob dies die Schuld des Mortiers ist, oder ob nicht alles Pulver des Mittags, wo es eine höhere Temperatur, vielleicht ein etwas größeres Volumen und geringere Feuchtigkeit hat, stärker ist, als am Morgen, und wenn dies die Probe anzeigt, so kann ihr dies doch wahrscheinlich nicht als Fehler angerechnet werden. An feuchten Tagen wirft alles Wurfgeschütz kürzer, als an warmen und trocknen. — Eben so hat man dieser Probirmethode den Vorwurf gemacht, daß ein sehr lockeres staubiges Pulver, das für den Krieg unbrauchbar sey, nach ihr als ein sehr gutes erscheinen könne; dies ist begründet, doch theils ist der Probemortier nur dazu bestimmt, die relative Stärke des Pulvers anzuzeigen, und nicht seine Brauch-

Digitized by Google

barkeit als Kriegspulver unmittelbar darzuthun, theils wird sich ein solcher Fehler des Pulvers auch andeuten, wenn man es wieder probirt, nachdem es einige Zeit am feuchten Orte gelegen. — Es würde aber der Probemortier, auch abgesehen von dieser zweiten Probe, schon die Kriegsuntauglichkeit eines Pulvers darthun, wenn man eben so, wie man das Pulver verwirft, was unter einer gewissen Wurfweite bleibt, auch das verwerfen wollte, was sie bedeutend überschreitet. — Neben der gewöhnlichen Probe auch noch eine mit zu Mehl zerriebenem Pulver derselben Art zu machen, scheint unpassend, wenn es nicht darauf ankommt, zu ermitteln, ob eine zu geringe oder zu große Wurfweite in der Zusammensetzung oder in der Form des Pulvers liege.

Proust hat den Probemortier heftig angegriffen, und Gassendi vertheidigt ihn mit vieler Wärme; aber auch er kommt darauf zurück, was wir ebenfalls bei den folgenden Vorschlägen zur Verbesserung des Mortiers festhalten, daß der Mortier nur immer als Maaß der Wurfkraft und der Tauglichkeit des Pulvers für gewisse Geschützgattungen betrachtet werden könne, und daß, ob das Pulver sonst für Transport und Aufbewahrung tauge, durch andere Untersuchungen festgestellt werden müsse, so daß diese wohl ein im Probemortier sich gut bewährendes Pulver für den Kriegsgebrauch doch als ganz verwerflich darthun könnten.

Wir werden bei Betrachtung der möglichen Verbesserung des Probemortiers zwei verschiedene Fragen zu beantworten haben, nämlich: wie man es zu machen habe, um 1) von zwei absolut gleichen Pulverproben möglichst nahe gleiche Resultate zu erhalten (Vermeiden der Einflüsse des Instruments), und 2) wie das Instrument einzurichten sey, um die

Unterschiede zweier Pulverarten in ihrem Complexus der Wirksamkeit möglichst scharf anzuzeigen.

ad 1. Die Hauptverschiedenheiten im Instrumente sind die folgenden:

a) Veränderung des Spielraums;
b) Veränderung der Lage des Pulvers in der Kammer, daher auch veränderte Geschwindigkeit der Verbrennung;
c) Veränderung der Lage des Schwerpuncts der Kugel, und ungleiche Dichtigkeit der Kugel;
d) veränderte Elevation;
e) Veränderungen, die durch die Zündung entstehen;
f) veränderte Temperatur der Kammer.

ad a) Der Spielraum verändert sich bei'm Probemortier mehr und weniger, als bei'm gewöhnlichen Wurfgeschütze: weniger, wenn man nur den Mortier betrachtet, denn hier kann, wenn die Kugel immer gut von Sand gereinigt wird, wohl eine nur höchst geringe Erweiterung stattfinden, zumal wenn, wie dies bei'm Scharnhorst'schen Mortier der Fall war, die Kugel nur halb darin ruht, mehr aber, wenn man auch die Abnahme der Größe der so oft in Erde eindringenden Kugel in Betracht zieht. Es giebt daher ein Mittel, diesen Spielraum ziemlich fest zu halten, wenn man eine gewisse Toleranz für Mortier und Kugel stellt, und zwar für beide gleich, die von der Kugel immer viel früher erreicht seyn wird, als vom Mörtier; erneuert man dann die Kugel, so verkleinert sich der zugenommene Spielraum wieder fast auf die ursprüngliche Größe. Nähme man dabei, wie wir auch aus andern, weiter unten genannten Gründen vorschlagen möchten, Eisen zum Mortier und härteres Bronze zur Kugel, so würde die Erweiterung des Spielraums doppelt verlangsamt.

Digitized by Google

ad b) Was den Raum betrifft, den das Pulver in der Kammer einnimmt, so ist vielfach ausgesprochen worden, daß, so lange man nicht dem nach gleichem Gewichte eingebrachten Pulver im Probemortier immer einen und denselben Raum geben können, auch auf eine Sicherheit der Probe nicht zu rechnen seyn werde. Dies scheint uns vollkommen unrichtig. Zu der Beurtheilung der Eigenthümlichkeiten eines Pulvers unter gewissen gegebenen Umständen gehört auch nothwendig das Volum, das ein gewisses Gewicht davon einnimmt; denn dies hängt von der Dichtigkeit und der Kornform und Größe ab, ist also nicht eine Zufälligkeit, sondern eine der wichtigsten Eigenthümlichkeiten eines Pulvers, und giebt man ihm auf eine, wenn auch noch so regelmäßige Weise ein anderes Volumen, als es von selbst annehmen würde, so macht man es zu einem andern Pulver, als es in der Wirklichkeit ist. — Alles Pulver wird, wenn es in Kartuschen gebracht wird, geschüttelt, und sollte, wenn es anginge, immer mit gleicher Kraft geschüttelt werden; es wird dann jedes Pulver ein anderes Volumen einnehmen. Wir müssen daher bei'm Probemortier etwas dem Aehnliches eintreten lassen. Es scheint dies am leichtesten ausführbar, wenn man das genau abgewogene Pulver von einer gewissen Höhe durch einen Trichter von bestimmter Weite auf Einmal in die Kammer fallen läßt; es wird sich dann je nach seiner Eigenthümlichkeit, wie in der Kartusche, lagern, allerdings selbst bei gleichem Pulver nicht immer absolut gleich; allein dies geschieht auch in der Wirklichkeit in der Kartusche nicht, und wir wollen ja eben ein verkleinertes Spiegelbild der Wirklichkeit haben. — Dies Einschütten kann nur von Nutzen seyn, wenn die Kammer des Mortiers vertikal steht. Dies ist bei den vertikalen Mortieren der Fall, und insofern, wie

Digitized by Google

auch in Bezug auf eine immer gleichmäßige Lage der Kugel, steht der vertikale Mortier gegen den in einem spitzen Winkel gerichteten im Vorzuge. Allein die Schwierigkeit, für jenen immer eine nicht überall leicht anzubringende Scala haben zu müssen, und die Irrthümer, die so leicht bei'm Ablesen vorkommen können, machen den Vertikal-Mortier für Kriegszwecke mißlich. — Wir sind aber der Meinung, dem Probemortier, wie jedem andern, Schildzapfen zu geben, aus später anzugebenden Gründen. Hat der Mortier also wirklich diese Einrichtung, so stelle man ihn zum Laden senkrecht auf und bringe die Pulverladung auf die beschriebene Weise ein; das sich bildende Häufchen auf der obern Ladung vergleiche man mit einem Drahte, ohne zu drücken, und setze, wenn man recht sicher gehen will, ein bestimmtes Bleigewicht von der Form der Kammer behutsam auf, um der obern Schicht eine immer gleiche Dichtigkeit zu geben. Damit nun aber das Pulver bei'm Herablassen des Mortiers nicht wieder auseinanderrolle, wodurch es wieder aus seiner gleichmäßigen Dichtigkeit herauskommen würde, setze man eine Platte von dünnem gerollten Kartenpapier, die in die Kammer paßt und sich vermittelst einiger Einkerbungen am Rande etwas gegen die Wände derselben spreizt, mit der Hand oder einem passenden Instrumente behutsam bis auf das Pulver, ohne dieses zu drücken; läßt man nun den Mortier langsam auf sein Kissen nieder, so hält die Scheibe das Pulver in der einmal angenommenen Cylinderform. Diese Scheibe, die mit einem Stempel ausgeschlagen wird, kann keine Störung der Resultate hervorbringen.

ad c) Die Kugel muß eine gleiche Dichtigkeit haben, und es ist daher gut, sie entweder aus einem unter großen Hämmern geschlagenen, oder aus einem in die Form eines hohlen Cylinders gegossenen harten

Bronze zu drehen. Man nimmt dann das unterste Stück zur Kugel.

Zum Abdrehen dieser Kugeln bedient man sich am besten derselben Vorrichtung, wie zum zum Abdrehen der Modelle der Eisenmunition. — Man bezeichne irgend einen Punct der Kugel, den man immer genau nach oben legt.

ad d) Daß man den Probemortier überhaupt zum Fußmortier gemacht, ist wohl nur eine Folge des Wunsches, immer möglichst schnell probiren zu können. In der Zeit, wo man diese Probe zuerst einführte, kam es auf eine große Genauigkeit nicht an, man wollte sich bloß vor Betrug schützen. Die Mortierklötze standen dabei nicht einmal auf einer Bettung. Jetzt aber, wo gern die größte Schärfe erreicht wird, sollte man, wie es scheint, wieder einen gewöhnlichen Schildzapfenmortier mit der Richtschraube einführen; denn nur so wird man selbst auf der Bettung immer genau die bestimmte Elevation festhalten können. Sollte auch dadurch vielleicht ein Federn entstehen, so kann dies wohl keinen Einfluß haben, da die Kugel zu schnell das Rohr verläßt.

ad e) Die Zündung geschah bisher mit Stoppinen; diese geben höchst unsicheres Entzünden, da sie bald mehr, bald weniger Pulver haben, bald feucht, bald trocken sind. Durch das offene, mehr und mehr ausbrennende Zündloch entwich ein Theil der Pulverkraft und zwar ein unbestimmbarer und durch verschiedene Umstände variirbarer.

Eine Percussionszündung würde diese Ungleichheiten verhindern, und zwar dürften die Methode der Hütchen und von diesen wieder diejenigen zu wählen seyn, wo das Zündpulver in einen kleinen sphärischen Raum mitten zusammengedrängt und mit einer Metallplatte bedeckt ist. Man nehme einen Zündsatz, der wenig Knallqueckſilber enthält, damit mit

möglichst geringer Menge des Zündpulvers die Zündung geschehen könne. Das Abfeuern geschieht mit einem Hammerschlosse, und der Strahl macht einen Winkel, wie bei'm Infanterieschlosse, weil sonst die Kammer zu früh verdorben wird.

ad f) Die Temperatur, welche die Kammer vor dem Schusse hat, ist von großer Bedeutung: theils theilt sie sich, wenn sie nicht die der Umgebung ist, dem Pulver mit und macht es mehr oder weniger entzündlich, theils ist sie, verbunden mit ihrer Leitungsfähigkeit, mehr oder weniger geeignet, den ersten sich bildenden Gasen Wärme zu entziehen, und so die Verbrennung in verschiedenem Grade zu verlangsamen und die Spannkraft der Gase zu vermindern. Man bringe daher die Kammer immer nach jedem Schusse auf die frühere Temperatur zurück und mache sie aus einem Materiale, was möglichst schlecht Wärme leitet. Wir schlagen aus diesem Grunde abermals vor, den Mortier von Eisen und nicht von Bronze zu machen, da ersteres bedeutend schlechter leitet, als dieses, wobei daher auch ein bestimmter Temperaturgrad, durch künstliche Mittel erzeugt, leichter während des Ladens u. s. w. festgehalten werden kann. Wie viel Zeit es bedürfte, um den Mortier nach jedem Schusse auf die frühere Temperatur, entweder durch natürliche Abkühlung, oder durch künstliche Mittel zu bringen, wäre nur durch den Versuch zu entscheiden, eben so, ob es nöthig sey, den Mortier zu allen Tages- und Jahreszeiten immer auf eine Normaltemperatur zu bringen, oder ob Correcturen dafür auf dem practischen Wege zu ermitteln seyen. Es scheint am vortheilhaftesten, der innern Fläche der Kammer immer eine Temperatur (wo es erforderlich ist, durch ein hineingehaltenes heißes, in die Kammer passendes Eisen) zu geben, die höher, als die höchste Sommertemperatur ist.

Digitized by Google

Dies wären die Mittel, die man anwenden könnte, Einflüsse des Instruments an sich auf die Resultate möglichst zu beschränken. — Die Gleichheit der Instrumente unter sich wird am besten erreicht, wenn man, wie dies in Frankreich geschieht, die Probemortiere alle in einer Gießerei machen läßt und einen Normalmortier auswählt, der nur in seltenen Fällen als Schiedsrichter gebraucht wird. Dies ist weniger nöthig, wenn man sich bei jedem Versuche eines Normalpulvers zum Vergleiche bedient.

ad 2. Es bleibt nun noch zu ermitteln, wie man die Einflüsse der Modificationen des Pulvers recht scharf hervortreten machen könnte. Unmöglich würde es dabei seyn, und auch dem Zwecke zuwider, hier die eventuellen Veränderungen, die eine feuchte, oder eine sehr warme Atmosphäre, ein Mit- oder Gegenwind hervorbrächte, von denen, welche durch die Grundeigenschaften jeder Pulverart bedingt werden, zu trennen. Das mit versuchte Normalpulver ist ja denselben Einflüssen preisgegeben. Alle Einflüsse, sie mögen von Grundeigenschaften oder von vorübergehenden Veränderungen bedingt werden, beschränken sich, wie wir sagten, einzig auf die Geschwindigkeit der Entzündung des Pulvers, und eine Pulverprobe kann nichts Anderes seyn sollen, als ein Maaß für diese Geschwindigkeit. Wir sagten schon oben, daß bei großen Ladungen, langen Läufen, sehr schweren Geschossen (im Verhältnisse zur Pulverladung) die Wurfweite der Geschosse aufhöre, ein Maaß für die Geschwindigkeit abzugeben, weil unter diesen Umständen die hohe sich gleich anfangs entwickelnde Temperatur die kleinen Unterschiede überträgt und die Kugel, die entweder sich noch so lange der Einwirkung des Pulvers darbietet, als sie sich im Laufe bewegt, oder wegen ihrer Schwere nicht gleich dem ersten schwachen Impulse weicht, sondern mehrere

Digitized by Google

hintereinander empfängt, nun von einem schnell oder etwas langsamer verbrennenden Pulver ziemlich gleich stark getrieben wird. Die Grundbedingungen einer sensiblen Probe sind daher eine möglichst kleine Ladung, ein möglichst kurzer Lauf und eine nicht zu schwere Kugel (eine ganz leichte, die eigentlich wünschenswerth ist, würde nicht wieder aufzufinden seyn). Eben so wird für die Verbrennung das Verhältniß erschwert, wenn das Feuer einen langen Raum durch die Pulvermasse zu durchlaufen hat; dies ist bei einer Kammer der Fall, die länger ist, als ihr Durchmesser. Es sind also folgende Daten für den empfänglichsten Probemörser gegeben.

1) Er muß nur eine kleine Ladung aufnehmen, vielleicht im Maximo 1½ bis 2 Loth;

2) diese Ladung muß in der Kammer einen Cylinder bilden, dessen Höhe vielleicht wenigstens viermal den Durchmesser der Grundfläche beträgt;

3) die Kugel darf nur zur Hälfte im Fluge liegen;

4) die Kugel muß so in ihrem Gewichte bestimmt werden, daß sie höchstens 4 bis 500′ von dem besten Pulver geworfen wird. — Auf diese Weise, glauben wir, werden sich selbst sehr feine Nüancen des Pulvers aussprechen, und das muß der Zweck seyn, weil sich dann die Grenzen, innerhalb welcher die Verschiedenheiten bei'm Geschütze verschwinden, leicht ermitteln lassen. Je feiner die Nüancen sind, desto weiter werden diese Grenzen auseinanderfallen, desto sicherer wird man vor Irrthümern seyn.

Sehr empfehlenswerth ist es, neues Pulver auch im feuchten Zustande zu probiren; doch müßte man, um immer gleiche Umstände zu haben, das Pulver, statt, wie jetzt überall Sitte ist, es mehrere Wochen in einen feuchten Keller zu setzen, bloß in einen künstlich feucht gemachten Raum bringen, wo, wenn das

Digitized by Google

Maximum der Feuchtigkeit erzeugt würde, man mit viel kürzerer Zeit, als bisher, auskäme. Bei der jetzt üblichen Methode wird das Pulver im Sommer, im Herbst und im Winter, und je nach der Unterlage, jedesmal sich anders verhalten. — Am leichtesten wird ein künstlich feuchter Raum unter der Glocke der Luftpumpe hervorgebracht, wenn man in diese neben die Pulverprobe eine Schale mit Wasser setzt und auspumpt. — Man würde hier mit einem Tage auskommen. — Auch sollte man das der Feuchtigkeit ausgesetzte Pulver wägen. Dies geschieht in England, und man verwirft jedes Pulver, das in 18 Tagen mehr als $\frac{3}{4}$ Procent an Gewicht zugenommen hat; nach Scharnhorst verwirft man das, was nach 22 Tagen $\frac{1}{7}$ der Wurfweite verloren hat.

Um das Pulver unter der Luftpumpe anzufeuchten, bedarf es nur sehr geringer Apparate. Eine gewöhnliche Pumpe für 10 bis 15 Thaler reicht vollkommen aus; die Pulverproben werden in Porzelanschalen auf ein kleines eisernes Gerüst in mehreren Etagen übereinandergestellt, und unten eine Schale mit Wasser. Die Pulverproben nehmen nach wiederholten Versuchen gleichmäßig, sowohl unter sich, als im Verhältnisse zur Zeit des Ausstellens, im Gewichte zu. Man sollte niemals das Pulver mehr als 5 Procent Feuchtigkeit annehmen lassen; bei 8 Procent fangen die Körner schon an, zusammenzubacken; ein Zustand, der im Felde schon selten vorkommt. Diese Zunahme ist in 12 Stunden zu erreichen. Der Vortheil dieser Methode ist evident. — Man kann so dem Pulver einen bestimmten Feuchtigkeitsgrad mit Sicherheit geben, daher auch zu allen Zeiten und aller Orten gleich, was bei'm Ausstellen in feuchten Kammern unmöglich ist, und man kann auch eine Pulverprobe in einem Tage beenden, wozu man bisher drei Wochen bedurfte.

Digitized by Google

Das Pulver für verschiedene Waffen auf verschiedene Weise zu probiren, wie es in England geschieht, wo man das Geschützpulver mit dem Mortier und das Flintenpulver mit einem Gewehre versucht, scheint nicht zweckmäßig, da ein guter Probemortier die Entzündlichkeit des Pulvers richtiger mißt, als alle Instrumente, wobei man dann, wie erwähnt, für jede Gattung ein Maximum und ein Minimum festhalten und das Pulver nach seiner Wurfweite zu den verschiedenen Geschütz-Ladungen bestimmen kann. Was am kürzesten wirft, wird dem größten Kaliber zugetheilt u. s. f.

Zum Probiren des Sprengpulvers ist die in Fig. 33 abgebildete Vorrichtung sehr zweckmäßig. Die Explosion der Ladung einer kleinen Kanone **C** hebt das Gewicht **PP**, welches mit der Zahnstange **AB** in Verbindung steht. Das Niederfallen des Gewichts wird durch die Sperrhaken **D** verhindert. Die Ladung muß das Gewicht eine bestimmte Reihe von Zähnen emporwerfen.

Die chemische Zerlegung des Pulvers ist eine schwierige, noch nicht gehörig gelöst'te Aufgabe. Man hat vielfache Methoden angegeben, aber keine ist ganz scharf; eigentlich bleibt das Ganze nur eine Spielerei; denn es ist an einer absoluten Schärfe der Bestimmung so gut wie nichts gelegen, und die allerälteste und einfachste Methode reicht vollkommen für unser Bedürfniß aus. — Es wird eine Quantität Pulver abgewogen und im Wasserbade vorsichtig getrocknet. Der Verlust bei abermaliger Wägung ist das eingesogene Wasser. Man kocht das Pulver nun in Wasser, bringt die Flüssigkeit auf ein getrocknetes und gewogenes Filtrum und übergießt den Rückstand so lange mit heißem Wasser, bis ein auf Glas aufgefangener und verdampfter Tropfen keinen Rückstand läßt. Die Flüssigkeit wird verdampft und

Digitized by Google

das Salz, was zurückbleibt, geschmolzen und gewogen; das Gewicht giebt den Salpetergehalt, wobei aber auch Spuren von kohlen- und schwefelsaurem Kali aus der Kohle seyn können. Glaubt man, daß in dem Pulver chlorsaures Kali enthalten war, so glüht man den Salpeter und löst den Rückstand auf, giebt etwas salpetersaures Silber hinzu und sieht, ob sich ein Niederschlag bildet; geschieht dies, so enthielt das Pulver chlorsaures Kali. Man sammelt den Niederschlag auf einem Filtrum und trocknet und schmilzt ihn in einem Porzelantiegel. 100 Theile des Niederschlags entsprechen 85,4 Theilen chlorsaures Kali. — Das erste Filtrum wird getrocknet, das schwarze Pulver behutsam abgenommen und in eine Auflösung von kaustischem Kali gebracht; der Schwefel mit einer geringen Quantität Kohle lösen sich auf, man siltrirt auf einem gewogenen Filter, trocknet dies, berechnet den Kohlenrest, und was nun, nachdem man die Kohle, den Salpeter und die Feuchtigkeit addirt, an der anfänglich abgewogenen Pulvermenge fehlt, ist der Schwefel. Diese Methode ist nicht scharf, da alle Verluste bei der Analyse auf den Schwefelgehalt kommen und nicht näher ermittelt werden können. Es sind deshalb mehrere andere Methoden erfunden worden, die aber für den Techniker kaum auszuführen seyn dürften, auch dabei nicht absolut scharf sind. Wir glauben daher, sie hier übergehen zu dürfen. — Wie man den ausgezogenen Salpeter auf seine Reinheit prüft, ist oben näher angegeben.

Für die Bestimmung des Salpetergehalts im verdorbenen Pulver, wo es auf Genauigkeit nicht ankommt, giebt es ein sehr einfaches Mittel, was darin besteht, daß man eine abgewogene Quantität von dem Pulver in heißem Wasser kocht, gut umrührt und einige Stunden gut zugedeckt stehen läßt, bis

Digitized by Google

sich die Kohle und der Schwefel absetzt und die Temperatur wieder die mittlere ist, dann das Gewicht und das specifische Gewicht der Flüssigkeit nimmt, was am leichtesten durch ein Aräometer, am genauesten aber durch wirkliches Abwägen geschieht. Hieraus kann man nach der bei'm Salpeter gegebenen Tabelle leicht den Salpetergehalt bestimmen. Die Auflösung darf aber nicht zu verdünnt seyn; sie muß mindestens 1,035 specifisches Gewicht haben, sonst ist sie vor dem Wägen etwas abzudampfen. Das specifische Gewicht des Pulvers wird entweder genommen mit seinen Zwischenräumen, oder ohne dieselben. Um das Erstere zu ermitteln, füllt man ein bestimmtes Gewicht destillirtes Wasser in eine gut calibrirte Glasröhre, bezeichnet den Punct, wie hoch das Wasser geht, theilt den Raum in 100 Theile, die man durch Striche markirt, und zeichnet über dem Punct 100 noch 50 eben solche Theile an. Man läßt dann durch einen Trichter ein gleiches Gewicht Pulver von einer bestimmten Höhe in die wieder wohl getrocknete Röhre fallen und sieht nun, wie viel Raum das Pulver einnimmt. Das französische Kanonenpulver nimmt bei diesem Versuche 88, das Gewehrpulver 92 Theile, das Champy'sche runde 82 ein. Man kann auch ein gut schließendes Fläschchen erst mit destillirtem Wasser und dann mit Pulver genau füllen und wägen; man dividirt dann mit dem Gewichte des Wassers (das Gewicht des Fläschchens nicht mit inbegriffen) in das Gewicht des Pulvers und erhält so das specifische Gewicht.

Die Ermittelung des specifischen Gewichts der Pulverkörner an sich ist so leicht nicht, als die Verfasser der Lehrbücher, die den Versuch wohl niemals selbst angestellt haben mögen, angeben. Will man nämlich, wie gewöhnlich vorgeschrieben wird, die Bestimmung in absolutem Weingeiste vornehmen, so

Digitized by Google

zeigt sich sehr bald, daß dieser erst nach längerer Zeit alle Luft aus dem Pulver austreibt, und daß er dabei aus diesem etwas Feuchtigkeit aufnimmt und dadurch fähig wird, Salpeter aufzulösen. Auch schwillt das Korn bemerkbar auf, verändert daher das specifische Gewicht. Nimmt man Oele, so geschieht dies Aufschwellen noch stärker, und die Luftblasen sind höchst schwierig zu entfernen. In gesättigter Salpeterauflösung schlägt sich bei der geringsten Erniedrigung der Temperatur Salpeter nieder, bei einer geringen Erhöhung derselben löst sich Salpeter aus dem Pulver aus. — Leslie hat für solche pulverförmige im Wasser auflösliche Substanzen, deren specifisches Gewicht man bestimmen will, ein eigenes Instrument angegeben, das er Stereometer nennt. Es besteht aus einem gläsernen, mit einer aufgeschliffenen Platte oben luftdicht zu verschließenden Gefäße, an das unten eine lange, genau abgetheilte Glasröhre angeschmolzen ist, mit der es durch eine Oeffnung communicirt, die so fein ist, daß kein Pulverkorn durchfallen kann. Man taucht die Röhre bis zu dieser Verbindungsöffnung in Quecksilber, verschließt dann das Gefäß luftdicht und hebt es in die Höhe, bis das Quecksilber nur noch 4 Zoll hoch in der Röhre steht. Man bemerkt, wie viel Zoll dann von der Röhre leer sind.

Gesetzt, es seyen 10 Zoll vom Quecksilberspiegel in der Röhre bis zur Verbindungsöffnung. Man nimmt nun das Instrument aus dem Quecksilber, hebt die Platte vom Gefäße ab und füllt in dieses eine abgewogene Quantität von dem zu prüfenden Pulver; darauf senkt man die Röhre wieder in das Quecksilber und drückt sie hinab, bis das Quecksilber äußerlich gleich hoch mit der Verbindungsöffnung steht. Nun verschließt man das Gefäß wieder mit der Platte luftdicht und hebt abermals das Instru-

ment so weit aus dem Queckſilber, bis dies noch genau 4 Zoll hoch in der Röhre ſteht. Man bemerke nun, wie viel Zoll der Röhre jetzt leer geworden. Geſetzt, es ſeyen vom Queckſilberſpiegel in der Röhre bis zur Verbindungsöffnung nur 5 Zoll. — Es iſt nun, wenn der cubiſche Inhalt des oberen Glasgefäßes ſchon früher ermittelt war, leicht, den der hineingeſchütteten Pulverkörner zu berechnen; denn der letztere wird ſich zum erſteren verhalten, wie die Zollzahl, die das zweitemal weniger leer wurde, zu der Zollzahl, welche das erſtemal leer geworden, alſo hier wie 5 : 10. Hat man nun aber den cubiſchen Inhalt des Pulvers und von der Wägung her ſein Gewicht, ſo hat man auch ſein ſpecifiſches Gewicht. — Es gehört zu dem Gebrauche dieſes Inſtruments viele Uebung.

Die einfachſte Methode bleibt immer noch, das abgewogene Pulver in ein genau zu verſchließendes und vorher abgewogenes leer gewordenes Gläschen zu bringen, das man ganz mit abſolutem Alcohol gefüllt und wieder gewogen hat. Den bei'm Hineinthun des Pulvers überfließenden Alcohol wiſcht man ſorgfältig ab, ſchließt das Gläschen wieder und wägt abermals; der Verluſt giebt den durch das Pulver verdrängten Alcohol, woraus man, wenn man das Verhältniß des Gewichts des Alcohols zum deſtillirten Waſſer kennt, leicht das ſpecifiſche Gewicht des Pulvers beſtimmen kann. Um genaue Reſultate zu erhalten, muß der Alcohol waſſerfrei ſeyn, alſo ein ſpecifiſches Gewicht von 0,810 haben. Auch muß das Pulver von aller Feuchtigkeit befreit werden. Da man Wärme dabei nicht leicht anwenden kann, ohne das Pulver in ſeinem Volumen um Etwas zu ändern, ſo muß man ihm unter der Luftpumpe die Feuchtigkeit entziehen. Dies geſchieht auf die Weiſe, daß man ein Schälchen mit einer flachen Schicht des Pulvers

auf den Teller der Luftpumpe und ein flaches Schälchen mit concentrirter Schwefelsäure daneben setzt; man deckt nun die Glocke auf und pumpt aus. Die Feuchtigkeit entwickelt sich bei Verdünnung der Luft allmälig und wird von der Schwefelsäure begierig aufgenommen. Man muß das Pulver nun schnell in ein wohl verschloſſenes Gefäß bringen, um es zu wägen, worauf man es möglichst rasch in das Gläschen mit Alcohol schüttet.

Aufbewahrung des Schießpulvers.

Wir sprechen hier nicht von den Vorsichtsmaaßregeln, die bei der Aufbewahrung des Pulvers nöthig sind, sondern nur von seiner Conservation während derselben. Das einzige Verderbniß des Pulvers ist das Feuchtwerden; es saugt aus schon weiter oben entwickelten Gründen Wasserdampf ein, der sich in seinen Poren dann verdichtet. Es wird dadurch aufgelockert und somit weniger zum Transport geeignet, selbst wenn man es wieder trocknet. Das feuchte Pulver macht überdies bei der Verbrennung nicht so viel Wärme frei, weil das verdichtete Wasser zu seiner abermaligen Umwandlung in Dampf einen Theil derselben verschluckt, der für die Ausdehnung der Gase, also für die Kraft, verloren geht. Der zu Wasser verdichtete Dampf löst, wenn er in größeren Mengen vorhanden, so viel Salpeter auf, daß das Wasser für die bestehende Temperatur gesättigt ist. Verdunstet das Wasser nun wieder in die trockner gewordene Atmosphäre, so nimmt es den aufgelöst'ten Salpeter mit auf die Oberfläche der Körner und läßt ihn dort als eine weiße Haut, die das Korn candirt und es schwerer entzündlich macht, zurück. Wird die Wassermenge noch größer, und wird dabei das Pulver bewegt, so verlieren die Körner die Form ganz und backen zusammen. Das Pulver

Digitized by Google

enthält im Durchschnitte etwa 1 Procent Feuchtigkeit. Diejenigen Pulversorten nehmen am meisten Feuchtigkeit auf, welche viel Kohle und unreinen Salpeter, so wie kleine Körner haben. Bergwerkspulver nimmt 3,10 Procent Feuchtigkeit auf, wenn gutes Jagdpulver nur 3,50 Procent aufnimmt. Sehr gutes französisches nimmt in 24 Tagen im feuchten Keller 1,30 Procent, das beste Dartfort powder, unter denselben Umständen, 1,80 auf, nach Anderen bis 2,2. In einem nicht feuchten Raume kann sich Pulver in 8 Tagen mit Feuchtigkeit sättigen; es giebt dann selbst eine 24pfündige Kartusche keinen Knall mehr bei'm Entzünden, das Feuer strömt als dicke Rauchsäule mit großem Geräusche aus der Mündung und treibt die Kugel nur einige Fuß weit. — Bildet sich Pulver zu Klumpen um, so findet man am Boden der Tonne oft ausgeschiedenen Salpeter. — Um zu sehen, wie viel Feuchtigkeit es bedarf, ein Pulver zu verderben, steigerte man das Feuchtwerden unter der Luftpumpe allmälig. Bei 6 Procent Feuchtigkeit war das Pulver nur etwas dunkler geworden; bei 8 Procent backten die Körner zusammen und fingen an abzufärben. Bei 13 Procent zeigten sich kleine Salpetercrystalle, die Körner wurden klebrig, sie ballten sich ziemlich fest. Bei 15 Procent zerquetschten sich die Körner so leicht, daß anzunehmen ist, daß das Pulver bei diesem Feuchtigkeitsgrade in Tonnen schon Klumpen bilden kann, was auch mit dem Feuchtigkeitsgrade der Pulvermasse bei der Fabrication stimmt.

Ob ein Pulver durch längeres Festhalten einer kleinen Menge Feuchtigkeit eben so verderben kann, wie es die Pulverkohle thut (s. oben), ist noch nicht näher beobachtet; man hat in Schweden Pulver aus der Zeit der Königin Christine, so wie in Frankreich Pulver probirt, das schon 100 und mehr Jahre in

Digitized by Google

den Magazinen gelegen, und in Berlin Pulver, das 72 Jahre alt war, und die noch die frühere Kraft hatten; wir gaben auch schon an, daß Kohle, mit Schwefel innig gemengt und verdichtet, sehr viel von ihrer hygroscopischen Eigenschaft verliert. — In den Pulvermagazinen entsteht die Feuchtigkeit auf dreierlei Weise:

1) Es steigt Wasser aus der Erde zwischen den Steinen und dem Anwurf in die Höhe (vermöge der Haarröhrchenwirkung).

2) Es schlägt sich die Feuchtigkeit der Luft, die darin durch Wärme gehalten worden, durch die Abkühlung, welche sie an den kalten, gut wärmeleitenden Mauern erleidet, als fein vertheiltes Wasser nieder, das sehr begierig von dem Holze der Tonnen, oder wenn die Verschlüsse nicht sehr gut sind, vom Pulver unmittelbar eingesogen wird. Aber auch das Tannenholz giebt die Feuchtigkeit wieder an das Pulver ab, denn in blechernen Kasten bleibt es viel trockner, als in Tonnen, ja ein lederner Sack in den Tonnen schützt es schon sehr. Dieses Niederschlagen des Wassers aus der Luft ist nicht selten. Jeder warme Sommertag, wo die Magazine gelüftet werden, bringt Luft, die mit mehr Wasser, als sie bei der Temperatur der Mauern aufgelöst enthalten kann, geschwängert ist, und jedes Thauwetter bringt mit Wasserdampf fast gesättigte Luft in das Magazin; je kühler die Temperatur ist, je bessere Wärmeleiter die Wände sind, desto feuchter ist es auch, und desto mehr schlägt sich Wasserdampf auf die Wände nieder, was man schwitzen nennt. Aber außerdem erzeugt sich durch den ganzen Luftraum des Magazins ein feuchter Niederschlag, der von hygroscopischen Körpern, also vom Holze und Pulver, eingesogen wird.

3) Es dringt das Wasser von außen in die Mauern, wenn ein sehr heftiger Regen dagegen

Digitized by Google

schlägt, oder wenn das Dach nicht ganz wasserdicht ist. — Für alle diese Uebelstände giebt es ziemlich einfache Gegenmittel, und es ist zu wünschen, daß sie mehr Eingang, als bisher, finden möchten.

Um ad 1 das von unten ansteigende Wasser abzuhalten, reicht es nach allen Erfahrungen an Civilbauwerken vollkommen aus, wenn bei'm Aufführen der Mauern 3 bis 4 Fuß über der Erde eine Bleiplatte rings um das ganze Gebäude auf die Mauer gelegt und auf diese die Mauer dann weiter aufgeführt wird. Die Bleiplatte muß nicht zu dünn und so breit seyn, daß sie nach der innern und äußern Seite noch ½ bis 1 Zoll aus dem Abputze hervorragt. Auf der äußern Seite bringt man diesen vorstehenden Rand dachförmig nach unten, damit kein Regenwasser sich darauf sammeln könne. — Der Fußboden des Magazins muß nothwendig höher, als diese umgehende Platte liegen und unter ihm ein Luftzug fortstreichen.

ad 2. Die durch Erkältung der Luft sich niederschlagende Feuchtigkeit kann man nur dadurch vermindern, daß man die Leitungsfähigkeit der innern Wandfläche verringert; es ist daher die von Champy dem Sohne empfohlene Procedur, die Wände inwendig mit Bleiplatten zu belegen, vollkommen dem Zwecke entgegenwirkend; denn dann wird sich noch mehr Wasser, als vorher, niederschlagen, da Blei ein besserer Wärmeleiter ist, als Stein. Selbst in die Magazine gehängte Pottasche, die sonst ein vortrefflich wasseraufsaugendes Mittel ist, dürfte kaum dieses mehr niedergeschlagene Wasser wegschaffen können. — Sein Vorschlag, dem Magazine eine Thür zu geben, die mit hygroscopischen Substanzen gefüllt wird und so die eintretende Luft trocknet, ist unpractisch, da sie oft gewechselt werden müßte und man ja doch bei Arbeiten im Magazine die Fenster öffnen

Digitized by Google

muß, um sehen zu können, wo also immer Luft eindringen würde, die an kalte Wände Wasser ansetzen könnte. Man bekleide daher die Wände mit Holz, Haar- oder Strohdecken, und man wird bei weitem trocknere Magazine haben, als bisher, ohne doch die Gefahr befürchten zu dürfen, welche hölzerne Gebäude bieten.

Ganz von Feuchtigkeit frei könnte man das Magazin halten, wenn man neben obigen Maaßregeln an feuchten Tagen hygroscopische Substanzen in flachen Schalen aufstellte. Sie für immer stehen zu lassen, ist nicht gerathen, da, wenn sie erst Wasser aufgenommen haben, sie bei sehr trockner Luft wieder Feuchtigkeit an die Atmosphäre abgeben. Am Tage, wo die Luft mit Wasser mehr gesättigt ist und daher eine Neigung hat, bei einer geringen Senkung der Temperatur freies Wasser auszuscheiden, dies leicht zu erkennen, genügt ein Thermometer, das nur von 0° bis 30° R. reicht, dessen Grade aber groß sind. Man überbindet ein- für allemal die Kugel desselben mit dünnem Musselin; will man den Zustand der Atmosphäre prüfen, so bemerkt man die Temperatur, die das Thermometer darin zeigt, gießt dann einige Tropfen Wasser auf den Musselin und beobachtet, wie tief das Thermometer fällt. Beträgt sein Fallen des Morgens weniger, als 3°, so ist ein Niederschlag im Laufe des Tages zu fürchten, nicht aber, wenn es mehr, als 3° fällt. Bei einer mittlern Temperatur von 10° R. in den Aufbewahrungsräumen würden bei einem Fallen unter 3° etwa 50 Procent Feuchtigkeit in der Luft seyn. Zum Beobachten des Thermometers hängt man es nach dem leichten Befeuchten irgendwo im Magazine, am besten an einem hölzernen Pfosten, auf und wartet einige Minuten, bis es den tiefsten Punct erreicht. Im Falle eines hinreichenden Sinkens des Thermometers setzt man

Digitized by Google

flache Gefäße mit Pottasche aus und läßt sie stehen, bis das Thermometer wieder mehr, als 3° fällt; dann nimmt man sie heraus, trocknet die Pottasche und hebt sie in wohlverschlossenen Töpfen zu neuem Gebrauche auf. Aetzender Kalk, den Champy zur Austrocknung vorgeschlagen, ist, wie Gay Lussac dargethan, gefährlich, weil sich die Temperatur sehr bedeutend erhöhen und Pulverstaub entzünden kann. Später hat Champy den salzsauren Kalk vorgeschlagen, eben so Richardot. Versuche sind nicht bekannt.

In Frankreich glaubt man, daß der richtige Zustand der Atmosphäre 45 bis 55° des gewöhnlichen Haarhygrometers sey, indem man der Ansicht ist, daß eine größere Trockenheit dem Pulver nur desto mehr Neigung gebe, Wasser anzuziehen, so wie es aus dem Magazine kommt.

Gegen die dritte Art des Feuchtwerdens der Mauern sind Anstriche zu empfehlen, die so sicher sind, daß man, wie in Frankreich und München geschehen, Freskogemälde darauf setzen kann. Man löst einen Theil fein geriebene Bleiglätte in zehn Theilen heißem Leinöle auf und setzt auf fünf Theile dieses Gemenges noch einen Theil Wachs, oder 6 Theile Harz. Dieser letztere Firniß ist der Wohlfeilheit wegen zu empfehlen. Die Mauer, auf die man ihn auftragen will, trocknet und erwärmt man zuvor mit einem kleinen zum Aufhängen eingerichteten Ofen und trägt dann den Anstrich auf die ganz warme Stelle; dies Mittel ist selbst bei schon nassen Mauern mit größtem Vortheil anzuwenden; die Poren der Steine werden auf mehrere Linien Tiefe so gefüllt, daß kein Durchdringen der Feuchtigkeit möglich ist.

Die Aufbewahrung des Pulvers in blechernen oder kupfernen Büchsen, oder doch in mit kupfernen Reifen umgebenen, mit doppeltem Boden versehenen

Digitized by Google

Tonnen, wie dies in England geschieht, dürfte für die Continentalmächte zu theuer seyn; die englischen kupfernen verzinnten Kasten für die Marine sind so dicht verschlossen, daß man sie ohne Schaden für das Pulver in's Wasser tauchen kann. Diese Aufbewahrungsmethode stammt von Pichat her, der sie 1810 empfahl. In Frankreich machte man den Versuch zuerst 1816; das Pulver erhielt sich am Bord eines Kriegsschiffes auf diese Weise ein Jahr lang unversehrt. Die Engländer versuchten sie zuerst 1816. In Brest fand man, wie schon oben erwähnt, daß bei längerer Aufbewahrung des Pulvers in Behältern von Kupfer sich das Pulver decomponirt und sich dicke Krusten von Schwefelmetall bilden. Zink oder Zinn wären daher vorzuziehen. Ein innerer Anstrich der Tonnen mit heißer Oelfarbe (worin aber kein Bleiweiß enthalten seyn dürfte), und wenn sie transportirt werden sollen, ein Bekleben der Fugen mit Streifen in harzigem Oelfirnisse getränkter Leinwand dürfte jedenfalls sehr dienlich seyn. So würde es auch die Kosten lohnen für die Protzkasten und Munitionswagen, statt sie mit bloß in Leim getauchter Leinwand zu häuten, die Leinwand ebenfalls zuvor in Oelfirniß zu tauchen und sie nach dem Trocknen noch mit heißer Oelfarbe zu bestreichen. — Zur Verminderung der Gefahr und Verkürzung der Arbeit bei'm Oeffnen der Tonnen wäre es zu empfehlen, wie in England, eine Oeffnung in einem der Böden anzubringen und nicht die Reifen abzuschlagen. — In Frankreich setzt man die eigentliche Pulvertonne (baril) noch in eine zweite (chappe). Die innere Tonne ist mit einem Leinwandsacke gefüttert.

In England glaubt man, daß es vortheilhaft sey, die Tonnen nicht zu voll mit Pulver zu füllen, weil es durch das Umherrollen bei'm Bewegen der

Tonne besser vor dem Zusammenbacken geschützt werde. Man füllt daher die Tonnen in dem großen Magazine zu Purflet immer nur $\frac{9}{10}$ voll (die Tonnen von 100 Pfund mit 90, die von 50 Pfund mit 45 Pfund Pulver) und rollt sie alljährlich ein Mal auf dem mit starkem Sohlenleder belegten Fußboden des Magazins, auf den Schiffen aber alle drei Monate. — Man trocknet dort jedes Pulver, das 12 Jahre im Magazine gelegen, selbst wenn es keine Feuchtigkeit zeigt, von Neuem wieder, als sey es frisch bereitet. Es wird dann auch wieder von Neuem polirt. Es pflegt nun weiter zu werfen; ob es aber auch so dicht und fest geblieben, untersucht man nicht.

Benutzung des verdorbenen Pulvers.

Daß man den Salpeter des verdorbenen Pulvers wieder gewinnen könne, weiß man nicht viel über hundert Jahre, ja in Frankreich führt es St. Remy noch 1745 als etwas Neues auf. Aber noch jetzt verlieren wir bei dem ausgelaugten Pulver allen Schwefel, was bei großen Mengen kein kleiner Verlust ist. Entweder man solite den Rückstand an die Schwefelsäurefabrikanten verkaufen, oder aber den Schwefel durch Destillation in irdenen Retorten gewinnen; er nimmt zwar meist etwas Kohle mit hinüber und ist daher nicht chemisch rein; darauf würde es aber bei einigen Feuerwerkssätzen, als, z. B., dem Zündlichtersatze, dem geschmolzenen Zeuge u. s. w., nicht ankommen.

In England wird das verdorbene Pulver nicht ausgelaugt, sondern, da es meist keinen Salpeter verloren hat, umgearbeitet und von Neuem gekörnt. Es bekommt selten die ganze Kraft wieder und wirft mit dem englischen Probemortier gewöhnlich nur 350°, während das gute neue mindestens 380°.

Digitized by Google

wirft. Gutes englisches Pulver treibt die stählerne Flintenkugel, die auf 40 Fuß gegen ½ Zoll starke weißbüchene Breter mit 4 Drachmen Ladung abgeschossen wird, durch 15 bis 16 Breter, wenn es umgearbeitet worden, nur durch 9—12. In Frankreich nimmt man an, daß, wenn ein verdorbenes Pulver bei'm Trocknen nur bis 7 Procent an Gewicht verliert, es noch durch bloßes Trocknen wieder brauchbar zu machen ist, daß aber bei größerem Verluste es umgearbeitet werden müsse. Der Einfluß der Feuchtigkeit scheint bei geringen Mengen auf dessen Güte nicht nachtheilig zu sein; doch steigt dieser Einfluß gewiß in hohen Progressionen bei Zunahme der Feuchtigkeit. Bei 20 Procent Feuchtigkeit ist das Pulver schon als unbrauchbar zu betrachten.

Entzündung des Pulvers.

Ein jedes dem Schießpulver ähnlich wirkendes Gemenge enthält Substanzen in inniger Nebeneinanderlagerung, die, so lange sie die mittlere Temperatur der Luft haben, nicht aufeinander wirken, die aber, bis zu einer gewissen Temperatur gesteigert, unter den bekannten Erscheinungen sich untereinander verbinden und bei dieser Verbindung die Gasform annehmen. Eine jede Ursache also, die überhaupt die Temperatur zu erhöhen vermag, wird diese Entwickelung hervorrufen können. Je nach den Stoffen, die jene Gemenge enthalten, bedarf es einer mehr oder weniger gesteigerten Temperatur zur Entwickelung, und während bei'm Schießpulver selbst der Schuß einer Kugel durch einen Munitionswagen die Temperatur nicht genug erhöht, um es jedes Mal sicher zum Explodiren zu bringen, so genügt bei'm muriatischen ein Schlag mit einem Handhammer, bei'm reinen Knallqueckfilber eine oft leichte Reibung, die nöthige Temperatur local zu erzeugen

und die Detonation herbeizuführen. — Es ist dabei nicht zu leugnen, daß diese Temperaturen gar nicht so sehr niedrig sind, wenn sie direct durch eine Erhitzung mittelst freier Wärme hervorgebracht werden sollen, und daß man nicht glauben sollte, daß ein einziger leichter Schlag, eine geringe Reibung eine locale so hohe Erhitzung hervorbringen könne; doch für jetzt müssen wir es so annehmen, da sich keine andere Erklärung bietet.

Alle diese Verbindungen werden daher entzündet, wenn sie mit glühender Kohle oder einem glühenden Eisen berührt werden, da diese beiden eine höhere Temperatur haben, als alle jene Verbindungen zur Hervorrufung der Verwandtschaften bedürfen; schwerer wird es mit einer lodernden Flamme, wenn man sie nicht unter das Präparat hält; denn das Pulver muß erst allmälig von dem heißen ihm genäherten Körper die Wärme aufnehmen; bei der lodernden, die Wärme immer nach oben führenden Flamme erkaltet das Pulver immer wieder zwischen den Erwärmungsmomenten und kommt daher nicht zur Entzündung. Zwingt man die Flamme aber in eine bestimmte Richtung, z. B., durch das Löthrohr, das Zündlicht, und bringt man das Pulver in diese, so entzündet es sich, wie von jedem glühenden Körper berührt.

Ueber die Entzündlichkeit des Schießpulvers durch Schläge, Stöße u. s. w. haben wir Beobachtungen von Aubert, Lingke und Lampadius u. a. m. Es entzündet sich das Pulver nach diesen durch einen Schlag von Eisen auf Eisen, Eisen gegen Messing, Messing auf Messing, obwohl nicht so leicht von Kupfer auf Kupfer, nach englischen Erfahrungen auch von Bronze auf Kupfer, Eisen auf Marmor, Quarz auf Quarz, Blei auf Blei; auch wenn Blei gegen eine hölzerne Scheibe geschossen wird, die mit

Digitized by Google

Pulver überzogen ist; es entzündet sich ein Luftfeuerzeug; ferner wenn man ein Wenig sehr starken Weingeist darüber verbrennt, nicht bei vielem; in sich löschendem Kalk entzündet es sich bald, bald nicht. Ziemlich sicher gelingt die Entzündung, wenn man größere Mengen Kalk (mindestens 6 Pfund) nimmt und nur so viel Wasser zugießt, als eben erforderlich ist, den Kalk zerfallen zu machen. — Es entzündet sich das Pulver nicht bei einem Schlage von Eisen auf Holz und Blei, eben so nicht bei einem mäßigen electrischen Schlage und durch electrisches Ausströmen aus Spitzen; wohl aber durch einen starken electrischen Schlag.

Es ist vielfach darüber gestritten worden, ob sich der Schwefel oder die Kohle zuerst im Pulver entzünde. Diese Frage ist leicht zu entscheiden. Man lege Schwefel und Kohle nebeneinander auf eine metallene Platte und erhitze sie, so wird der Schwefel sehr bald zu brennen anfangen, während die Kohle unverändert bleibt, und auch bei ziemlich gutem Pulver wird man unter diesen Umständen vor dem Explodiren der Körner immer ein Verbrennen des blauen Flämmchens des Schwefels bemerken. — Vergebens wird man sich aber bemühen, Schwefel mittelst eines Funkens aus Stahl und Stein zu entzünden, während gute Kohle, z. B., der Zunder, dadurch Feuer fängt. — Wird daher Pulver durch einen Funken entzündet, so ist es die Kohle, die zuerst brennt, und wird es allmälig bis zur Detonation erwärmt, so entzündet sich der Schwefel zuerst, aber sein Brennen genügt noch nicht, den Salpeter zu zersetzen; er zündet erst die Kohle und leitet die Detonation ein. Erhitzt man das Pulver sehr allmälig, so zeigt sich schon bei 130° R. ein bläulich phosphorescirender Dampf von entzündetem Schwe-

fel. Die Pulvermasse, wie sie auf den Pulvermühlen ist, bedarf 280° R. zur Entzündung.

Eben so giebt es verschiedene Ansichten über die Entzündlichkeit und Brennbarkeit des Schießpulvers unter Wasser. Ein einfacher Versuch lehrt auch hier die Wahrheit. Loses Mehlpulver erlischt, sobald es brennend in Wasser gebracht wird; eben so, wenn man es nur locker in eine Hülse schüttet und entzündet. Verdichtet man es aber durch Schlagen in der Hülse, und läßt diese kein Wasser durch, so brennt es eben so ruhig und ziemlich in gleicher Zeit, wie in der Atmosphäre, aus.

Digitized by Google

Ergänzungen.

Zu S. 72.

Das zum Verkohlen bestimmte Holz darf, die Wahl mag nun auf was immer für eine Gattung fallen, nur geschnitten werden, wenn die Bäume in vollem Safte stehen, mithin nur im Frühjahre, wo die Pflanzensäfte sehr wässerig und arm an Salzen sind und sich größtentheils nach den äußersten Enden, in welchen sich das Leben des Baumes und sein Wachsthum entwickelt, also nach den äußeren Zweigen und dem Laube hinzieht. Diese dürfen daher nicht mit verkohlt werden, da ihre Faser noch zu wenig ausgebildet ist, eben so wenig als Rinde und Mark, oder altes Holz. Man wählt daher sechs- bis siebenjährige Zweige in einer Stärke von 1 bis 2″, dickere spaltet man, entschält sie von der Rinde und wirft das Laub weg.

Aber auch das so gewählte Holz soll noch eine fernere Vorbereitung erleiden. In England setzt man zu diesem Zwecke das abgeschälte Holz in Haufen aufgestapelt, 10—12 Jahre der Witterung aus, um durch den Regen die Säfte auszuspülen und durch Einwirkung von Luft und Wärme die Spiralgefäße zerstören zu lassen. Unter diesen Umständen erleidet das Holz allmälig die erste Einwirkung einer

freiwilligen Zersetzung, die nach Innen fortschreitet und am Ende wohl selbst das Mark erfaßt; die Farbe wird hierbei immer grauer, und zuletzt bleibt nur die locker aneinander hängende Faser zurück, welche der Fäulniß am längsten widersteht, und zwar um desto besser, je mehr die Pflanzensäfte hinweggeschafft sind. Dieses Mittel ist zwar sicher, jedoch fordert es viel Zeit, und bei großen Anstalten bedeutenden Raum, mithin großes Anlagecapital, nebst dem, daß fortdauernde Gefahr einer Feuersbrunst vorhanden bleibt, auch Sand u. dgl. unter das Holz gebracht wird. Andere Methoden, diesen Zweck zu erreichen, waren jene, welche im Kapitel „Holz" zur Wegschaffung der gährungsfähigen oder im Wasser ausziehbaren Theile des Holzes angegeben sind. So wie dort die Absicht unterliegt, das Holz durch die Entfernung dieser Säfte vor Fäulniß und Vermoderung zu schützen, so wäre hier der Zweck, die Entstehung des kohlensauren Kali bei der Verkohlung zu hindern, welches die hygroscopische Eigenschaft der Kohle vermehrt. Unter den zu diesem Zwecke angegebenen Mitteln wäre die Behandlung des Holzes mit Wasserdampf dasjenige, was vorzugsweise hier empfohlen werden könnte, und wovon das Nähere in dem genannten Artikel angeführt ist.

Zu S. 77.

Verkohlung in Oefen. Die Oefen, deren man sich zur Darstellung der Pulverkohle bediente, haben einen doppelten Eingang. Der platte Heerd und die Wölbung sind aus Backsteinen. Man öffnet die beiden Thüren, legt Holz auf den Heerd und zündet dasselbe an. Sobald das Feuer gehörig um sich gegriffen hat, schließt man die Thüre, durch welche man es angezündet hat, läßt aber die andere noch geöffnet, um den Rauch abziehen zu lassen

Digitized by Google

Man schürt das Feuer von Zeit zu Zeit und schiebt die verkohlten Portionen in den Grund des Ofens. Nähert sich die Verkohlung ihrem Ende, so schließt man die zweite Thür. Nach Verlauf einer Viertelstunde zieht man die Kohlen heraus und läßt sie in blecherne Kohlendämpfer fallen, in welchen sie zwei Tage lang bleiben.

Diese Methode wird für die am wenigsten vortheilhafte gehalten; die Operation geht zwar rasch; es ist jedoch viel Abgang dabei; auch ist die Regulirung des Betriebes, so wie die Erzielung einer bestimmten Kohlennüance höchst schwierig. Auch Verunreinigung mit Glanzruß findet statt, ind in die dampfförmigen Producte, wenn sie nicht hinlänglich freien Raum zum Abziehen haben, sich darauf niederschlagen, endlich ganz verkohlen und als schwer entzündlicher Glanzruß über der Kohle der eigentlichen Holzfasern gelagert bleiben.

Es ist bekannt, daß bei dem Processe der Verkohlung Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, welche nebst sehr kleinen Quantitäten einiger anderer Elementarstoffe die Bestandtheile der organischen Stoffe ausmachen, durch Einwirkung der Hitze aus ihrer durch Lebenskraft bedingten Zusammensetzung treten und in neuen Verhältnissen Verbindungen von unorganischer Natur bilden, als Kohlensäure, Wasser, Kohlen-Wasserstoff u. s. w., zum Theil aber auch, was von dem Temperaturgrade abhängt, neue Zersetzungsproducte liefern, welche noch dem organischen Reiche angehören, als Essigsäure, Theer u. s. w., und daß endlich der größte Theil des Kohlenstoffes, hartnäckig einen Antheil Wasserstoff zurückhaltend, als vegetabilische Kohle zurückbleibt. Diese auf die besagte Art dargestellte Kohle ist ein schlechter Wärmeleiter, so daß, an einem Ende entzündet, dieselbe in freier Luft leicht fortbrennt. Wird

aber die Kohle einer sehr hohen Hitze ausgesetzt, so verliert sie, wahrscheinlich mit dem davon gehenden Antheile Wasserstoff, ihren vorigen Grad von Entzündlichkeit; sie wird ein so guter Wärmeleiter, daß sie, an einer Ecke endlich mit Mühe entzündet, nicht weiter brennt, sondern verlischt. Man hat nun angefangen, den Proceß der Verkohlung langsam und bei niedriger Temperatur zu leiten, und noch vie früher zu unterbrechen, ehe alle Gasentwickelung zu Ende war. Dadurch erhält man eine leichte, zerreibliche Kohle von brauner Farbe, welche in hohem Grade entzündlich ist; auch hat man es bei der langsamen Leitung des Processes in seiner Gewalt, die Kohle in verschiedenen Abstufungen von Braun zu gewinnen. Je lichtbrauner sie ausfällt, desto höher ist das Ausbringen, denn desto weniger sind die Elementarstoffe in neuen gas- und dampfförmigen Verbindungen ausgetrieben, desto mehr an Kohlenwasserstoff würde diese Kohle auch geben, wenn sie neuerdings geglüht würde. Im Maximum hat man aus vollkommen trockenem Holze bei wirklich durch und durch gedrungener Verkohlung in diesem Grade 40 Procent derlei brauner Kohle erhalten, welche aber in diesem Falle kaum den Namen einer wahren Kohle verdient. Gewöhnlich begnügt man sich, die Verkohlung auf den Grad zu bringen, daß das Ausbringen höchstens 30 Procent des trocken angewendeten Holzes beträgt.

Die so erhaltene Kohle wird auch mit dem Namen destillirte Kohle belegt. Die Darstellung derselben geschieht in gußeisernen oder blechernen Cylindern von 5′ Länge und 2′ im Durchmesser. Das offene Ende, durch welches man dieselben füllt, ist während der Operation mit einem Deckel geschlossen. Am andern Ende sind vier Oeffnungen: die eine für Holzstäbe, die zur Probe von Zeit zu Zeit

herausgenommen werden, um den Gang der Verkohlung zu erkennen; eine zweite dient als Abzug für die Gase und Dämpfe, daher sie auch mit einem Canale in Verbindung steht, der in die allgemeine Esse führt; die beiden andern kommen zu demselben Zwecke in Anwendung, wenn ein Cylinder wegen zu großer Oxydation umgekehrt wird, um ihn noch einige Zeit benutzen zu können; übrigens wird die Dauer eines gußeisernen auf 15, eines blechernen auf 6 Jahre angegeben. Es giebt auch Cylinder, die an beiden Seiten offen sind und zum Betriebe durch eigene Deckel geschlossen werden, die aus zwei Blechscheiben bestehen, in deren Zwischenraum der schlechteren Wärmeleitung wegen Asche und Sand gefüllt wird.

Die Cylinder liegen fast überall horizontal, meistens zu zwei, aber auch zu sechs und noch mehr nebeneinander in gemauerten Oefen, die blechernen in einem Lehmfutter gebettet. Die Flamme trifft sie entweder nur an der untern Seite ihrer Länge, indem die Mauerbögen sie auf der Seite fassen, oder sie umspielt sie ringsum in Zügen. Durch Windpfeifen und Thüren kann man die Hitze beliebig leiten. Vortheilhaft ist es, für jeden Cylinder eine eigene Feuerung zu haben; der Proceß der Verkohlung ist leichter gleichmäßig im Gange zu erhalten. Die Sicherheit für die gleichmäßige Verkohlung steigt auch in dem Maaße, als die Cylinder kleiner werden; es bedarf bei Anwendung der letztern auch geringerer Hitze, um die Verkohlung bis in die Mitte zu treiben. Man ist daher in England von Cylindern, die 300 Pfd. Holz fassen, auf solche, die höchstens 100 Pfd. halten, herabgegangen, und für feines Pulver wendet man sogar Cylinder von nur 70 Pfd. Inhalt an. Jedoch die Kosten der Kohle steigen, je kleiner der Bereitungscylinder ist.

Digitized by Google

Das Kohlholz wird in Stäben eingetragen, die von 3‴ bis 1′ 5″ dick sind, und fast die Länge des Cylinders haben, so daß nur einige Zolle hinten und vorne leer bleiben. Man ordnet dieselben so, daß die dünnsten in die Mitte, die stärksten an die Wand des Cylinders kommen. In einigen andern Fabriken werden die durch eiserne Ringe zusammengehaltenen Bunde eingetragen. Die geladenen Cylinder werden verschlossen, die Oeffnungen mit Kitt aus Thon und Kohlengestübbe verschmiert, und nun wird langsam und vorsichtig angeheitzt. Die Hitze darf nicht bis zum Glühen kommen. Man muß nun darauf achten, daß das Holz in der ganzen Länge des Cylinders zugleich und in gleichem Maaße verkohle, und daher durch die Vertheilung des Brennmaterials helfen. Der Arbeiter muß überhaupt den Gang des Cylinders aus der Erfahrung kennen, und denjenigen, der sich stärker heitzt, mithin schneller verkohlt, darnach leiten. Die Producte der Verkohlung pflegt man nur da zu sammeln, wo eine größere Fabrication Statt hat. In England liegen immer viele Cylinder nebeneinander. Ihre 6″ weiten Röhren münden in eine gemeinschaftliche horizontale Röhre von 12″ Weite, die durch zufließendes Wasser abgekühlt wird. In keinem Falle darf man auf Kosten der Güte des Hauptproductes, der Pulverkohle, den Werth der Nebenproducte zu erhöhen suchen. Während der Operation selbst untersucht man die Farbe der Dämpfe in der Ableitungsröhre. Wenn diese Dämpfe gelb sind, auch die herausgezogenen Probestäbe eine gelbbraune Farbe haben, zerbrechlich sind und auf ihrer Oberfläche einen eigenen Glanz zeigen, so geht die Operation zu Ende. Man läßt dann das Feuer sinken, und die Verkohlung beendet sich dann durch die in den Wänden und in den Cylindern noch fortdauernde Hitze von selbst. Sobald

Digitized by Google

die Verkohlung beendigt ist, öffnet man die Cylinder, nimmt die Kohlen heraus, wirft die Brände zur Seite, bringt die Kohlen in eigene Dämpfer, in welchen sie bleiben, bis sie erkaltet sind, wornach sie in so weit sortirt werden, daß für Jagdpulver nur die festesten, reinsten und dünnsten Stücke genommen werden.

Nach der Dauer des Verkohlungs-Processes und der angewendeten Hitze ist das Product der Verkohlung sehr verschieden. Wurde die Verkohlung in sechs Stunden vorgenommen, so erhält man eine fast schwarze Kohle; leitet man dieselbe so, daß sie zwölf Stunden dauert, so ist die Kohle gelbbraun. Im ersten Falle erhält man 28 — 33 Procent von dem trockenen Holze, im zweiten 38 — 40. Der Verbrauch an Brennmaterial ist hierbei bedeutend. Man könnte durch Verbrennung der durch die Destillation gelieferten Dämpfe eine kleine Ersparniß erreichen. Zur Erzielung einer weniger unterbrochenen Operation hat man in die gußeisernen Cylinder blecherne mit Holz gefüllt eingeschoben. Diese durften nach beendeter Verkohlung nur herausgezogen und durch neue ersetzt werden, so daß der Betrieb fast ununterbrochen fortging. In diesem Falle brauchte man keine besonderen Dämpfer, indem jene blechernen Cylinder schon diese Dienste leisteten; jedoch stieg die Consumtion des Brennmaterials beinahe auf das Doppelte, da durch diese Einrichtung die Mittheilung der Wärme schwieriger wird.

Die am meisten ausgebildete Verkohlungs-Anstalt ist die in **Le Bouchet**. Ihre Einrichtung ist folgende: das Innere des Verkohlungsraumes ist 77′ lang, 31′ breit. In diesem Raume befinden sich nebeneinander zwölf Feuerungen, wovon jede zwei Cylinder heizt. Diese Cylinder liegen 26″ vom Boden, 7½″ auseinander. Der Zwischenraum

ist leer, unter der Mitte zweier zusammengehöriger Cylinder liegt der Rost. Die Flamme steigt zwischen beiden auf, biegt sich rechts und links über beide nach Unten und mündet in einen Canal, der zu dem allgemeinen Schornstein führt. Die Cylinder haben bei einer Weite von 26,6″ eine Dicke von 0,95″ und Länge von 6,37′ (in andern französischen Fabriken 2″ Dicke und 4,1′ Länge).

An den beiden Enden haben sie Erweiterungen, auf welchen sie in den Oefen ruhen. Die hintere Oeffnung ist durch eine eiserne Scheibe verschlossen, an der vier Röhren von 4,5″ Weite angebracht sind; zwei davon dienen zu Probestäben, zwei zur Gasableitung. Die vordere Oeffnung wird durch einen Vorsetzer, der aus zwei Scheiben und einer 8½″ dicken Schicht von Asche, Lehm, Kohlenstaub u. s. w. besteht, verschlossen. Das Holz wird 4,1′ lang geschnitten und mittelst Strohbänder in ein Bündel von 1½′ Durchmesser gebracht. Man setzt dasselbe so in den Cylinder, daß es noch 3″ von Hinten absteht, öffnet das Strohband, nimmt es heraus und füllt nun mit der Hand so viel Holz nach, als ohne Gewalt anzuwenden hineingeht; man verschließt und verschmiert die Thüren. Das Laden zweier zusammengehöriger Cylinder dauert eine halbe Stunde. Man macht nun am vorderen Theile des Rostes etwas Torffeuer. Nach etwa einer Stunde zeigt sich aus den Gasröhren etwas weißlicher Rauch, man schiebt dann einen Theil des Feuers auf dem Roste nach Hinten und heitzt blos vorn und hinten weiter und zwar so, daß an beiden Stellen immer zehn bis zwölf Torfstücke im Glimmen sind. Man vermeidet möglichst das Aufflammen; in jedem Falle darf die Flamme nicht bis an die Cylinder reichen. Etwa 4½ bis 5 Stunden nach dem ersten Anheitzen beginnt die Destillation vollständig, der weiße Rauch wird

Digitized by Google

mehr gelblich und brennt mit blauer Flamme; er riecht scharf empyreumatisch. Jetzt muß besonders große Sorgfalt auf den gleichmäßigen Fortgang der Feuerung angewendet werden. Nach sieben Stunden zieht man einen Probestab heraus, zerbricht ihn an mehreren Stellen, um diejenigen zu erkennen, wo die Verkohlung noch zurück ist; an diese Stellen schiebt man dann das Feuer und läßt es an den andern ausgehen. Wenn die Operation zu Ende geht, werden die entweichenden Gase ungefärbt; man verschmiert dann die Ritze des Vorsetzers noch ein Mal und giebt kein Brennmaterial mehr auf. — Für Jagdpulver leitet man das Feuer so, daß die Operation eilf Stunden dauert; für geringere Sorten heitzt man von dem Beginne der Destillation stärker, so daß sie nur 8 bis 9 Stunden dauert. Man läßt die Cylinder über Nacht erkalten, räumt dann sorgfältig den Lehm der Verschmierung weg und öffnet den Vorsetzer. Die Kohle füllt den Cylinder nur noch halb; sie wird heraus und schnell in eigene Dämpfer gebracht. Zwei Cylinder nehmen, bei Anwendung feiner Zweige zu Jagdpulver, etwa 240 bis 280 Pfd. 6 Procent wasserhaltiges Holz auf und geben 84 — 95 Pfd. Kohle; bei den groben Zweigen für gewöhnliche Kohle zu Kriegspulver fassen die Cylinder bis 300 Pfd. Holz. Brände und nicht gut verkohlte Stücke werden bei der nächsten Operation in die Mitte des Cylinders eingesetzt.

In Schweden hat man vorgeschlagen, den Cylindern während des Verkohlens eine Drehung um die horizontale Axe zu geben. Ihre Länge wurde auf $3\frac{3}{4}$ Ellen, die Weite auf 25″ festgesetzt, wobei sie die Kohle zu 2 Centner Pulver fassen könnten. Sie sollen alle halbe Stunden um 9″ gedreht werden. Man glaubt dabei mit geringerer Heitzung gleichmäßigere Resultate zu erhalten, indem die inwendigen

Stücke durch das Rollen später auch nach Außen an die Cylinderwand zu liegen kommen würden.

Gute braune Kohlen haben gelbbraune Adern, sind glatt und zart. Sie zeigen viel Quer- aber keine Längenrisse, klingen nicht so wie die schwarzen, lassen sich in dünnen Stücken biegen, sehen zerrieben wie verschossener schwarzer Sammet aus. Sie brennen mit kleiner gelblicher und bläuliche Flamme, während stark gebrannte nur glühen; in Aetzkali ist derlei Kohle fast ganz löslich.

Die nach der gewöhnlichen Verfahrungsweise bereitete Kohle muß in langen, klingenden Stäben seyn und einen reinen Bruch haben, welcher das Holzgefüge sehen läßt. Die Oberfläche muß glatt, aber nicht mit Glanzruß überzogen seyn, der schwer entzündlich ist, und welcher durch Niederschlagung und darauf folgende gänzliche Verkohlung der in ihrem Abzuge zum Theil gehemmten dampfförmigen Producte entstanden ist. Derlei Stücke müssen daher ausgeschieden oder davon befreit werden, so wie auch alles Kohlenklein gänzlich oder doch nur für schlechte Pulversorten zur Seite geschafft wird.

Kohle, welche statt bei abgehaltenem Luftzutritt mit Wasser gelöscht wurde, wird, wenn sie nicht gleich zum Verbrauche genommen wird, als verwerflich angesehen, indem sie, längere Zeit in Magazinen aufbewahrt, eine für die Kraft des Pulvers nachtheilige Veränderung erleidet; dieses gilt um so mehr von der braunen Kohle, die noch einen Theil ihres vegetabilischen Charakters beibehalten hat. Würde auf diese Art behandelte Kohle dem Gewichte nach eingeliefert und sogleich verbraucht werden, so müßte die Quantität des zurückgehaltenen Wassers, die öfters auf 20—25 Procent vom Gewichte der Kohle steigen kann, ausgemittelt werden, um das Dosirungsverhältniß nicht zu stören. Obwohl es als zweckmäßig

Digitized by Google

erkannt ist, die Kohle gleich, so wie sie bereitet wurde, anzuwenden, was auch, um Pulver von besonderer Güte anzufertigen, immer befolgt wird: so ist man doch in Bezug von Kriegspulver gezwungen, einige Vorräthe zu haben, welche an einem trockenen, von Westwinden geschützten Orte aufbewahrt werden sollen. Kohle, welche nach längerer Aufbewahrung sich so verschlechtert zeigte, daß sie sich zerbröckelt hatte, muß in jedem Falle ausgeschieden werden.

Ehe man endlich zur Verarbeitung der Kohle selbst schreitet, was aber niemals früher geschehen darf, ehe man sie wirklich zum weiteren Verbrauche nothwendig hat, muß dieselbe auf das Sorgfältigste ausgelesen werden, damit nicht erdige oder steinige Theile darunter bleiben, die unter den Stampfern der Mühle Funken geben und Explosionen herbeiführen könnten. Dieses müßte von den Arbeitern durch ein wirkliches Auslesen mit der Hand verrichtet werden. Auf eine besondere Art verfuhr man im Augenblicke einer beschleunigten Fabrication. Nachdem nämlich die ganzen, größeren Stücke mit der Hand ausgelesen waren und sich bereits eine hinlänglich große Menge des Ueberrestes gesammelt hatte, wurde dieser mit Schaufeln gegen den Wind auf einer eigenen Plattform geworfen. Diese Plattform war 3′ über der Erde erhaben, nach allen Seiten etwas abhängig und mit wohl verbundenen Ziegeln oder Backsteinen gepflastert, so daß man sie leicht abkehren und sehr rein halten konnte. Durch diese Operation wurden Steine, Erden, selbst Brände und auch der Staub vollständig getrennt und die Kohle fiel sehr rein auf die Seite, von woher man sie warf. Die Arbeiter, deren zwei an einem schönen Tage wenigstens 2000 Pfd. Kohle reinigen können, müssen Kopf und Hals mit Leinwand verbunden ha-

Digitized by Google

ben und von einer Maske mit Glasaugen Gebrauch machen.

Die frisch bereitete Kohle hat ein sehr großes Absorptions-Vermögen für gasförmige Körper, welches bei übrigens gleicher Natur der Kohle und deren Bereitungsart im geraden Verhältnisse mit der dargebotenen Fläche steht; daher sich dasselbe größer zeigt nach der Verkleinerung, als an ganzen Stücken, mehr im grobgepulverten, lockern, als im staubförmigen dichten Zustande. Bei der Absorption der Gase durch poröse Körper wird aber, wie bekannt, Wärme frei, und da hier der schlechten Leitungsfähigkeit der Kohle wegen diese Wärme nicht so schnell abgeleitet wird, so kann sie selbst bis zu der zur Entzündung der Kohle nöthigen Erhitzung steigen. Hierzu gehören wohl größere Quantitäten von Kohle; es kann sich aber auch bei kleineren ereignen, wenn durch plötzliches Bloßlegen einer vergrößerten Oberfläche, wie es bei'm Zerstoßen der Fall ist, diese Absorption begünstigt wird. Daraus erklärt man sich auch die vielen Unglücksfälle, die besonders damals Statt fanden, als alle drei Bestandtheile zugleich im unzerkleinerten Zustande in die Stampfmühlen gebracht wurden, aus welcher Ursache man dann auch anfing, die Kohle zuerst allein, und an manchen Orten noch obendrein mit Wasser befeuchtet zu verkleinern. Auch Beispiele von Entzündung der Kohlen ohne Stoß oder sonstige Friction, durch bloße Aufhäufung und Bloßlegung an der Luft von größeren Quantitäten, giebt es viele. So ereignete sich ein Fall in einer englischen Fabrik mit 2000 Pfd. Kohlen, welche an der Luft gelegen hatten, verführt, ausgeladen, des Nachts liegen gelassen und sodann des Tags darauf gepulvert wurden; in diesem Zustande schüttete man sie auf einen Haufen, und den folgenden Tag stand das Gebäude in Flammen. Nach Hubert's Ver-

suchen gehören zu einem solchen Erfolge wenigstens 30 Pfd. von ganz frisch gebrannten Kohlen und desto größere Quantitäten, je länger sie schon der Luft auslagen. Die Entzündung tritt nach 11—12 Stunden ein, einige Zolle unter der Oberfläche, weil dort die Absorption noch groß genug ist, auch zugleich die Wärme besser zusammengehalten wird, als an der ausstrahlenden Oberfläche. Die schwarze Kohle zeigt sich wirksamer, als die braune; nach neuen französischen Versuchen, soll erstere im Maximum 15 Procent Feuchtigkeit aufnehmen, während sie bei letzterer nur 7 beträgt.

Läßt man die Kohlen nach ihrer Bereitung einige Zeit mindestens 5 bis 6 Tage in Stücken liegen, so erhitzen sie sich später bei'm Zerkleinen nicht mehr bis zur Entzündung, weil sie dann schon Zeit gehabt haben, in ihren Poren eine große Menge Luft allmälig aufzunehmen. Obwohl das Mengen der Kohle mit Schwefel und Salpeter das Absorptionsvermögen bedeutend vermindert, so ist es doch selbst an dem daraus gefertigten Pulver noch immer zu bemerken. Je weniger schwarz übrigens die Kohle, je dichter das Korn, je größer dasselbe, desto geringer ist diese Einwirkung.

Dosirung des Pulvers.

Salpeter, Schwefel und Kohle sind diejenigen Stoffe, die zu dem beabsichtigten Zwecke, ein Quantum Gas von hoher Temperatur in hinlänglich kurzer Zeit zu liefern, nicht nur die tauglichsten sind sondern es wurde auch ersichtlich, daß weder der eine, noch der andere Bestandtheil hinweggelassen werden dürfe, noch daß einer derselben durch einen anderen Stoff ersetzt werden könne.

Es bleibt jetzt noch übrig, das Nothwendigste über das quantitative Verhältniß anzuführen, nach

welchem die genannten drei Stoffe genommen werden müssen. Schon in älteren Schriften findet man das Verhältniß von Salpeter, Schwefel und Kohle mit 6 : 1 : 1 angegeben. Vielfach ist man in verschiedenen Orten und Zeiten davon abgewichen, immer aber bis auf kleine Abweichungen darauf zurückgekommen in Folge sorgfältig angestellter Versuche.

In folgender Tabelle sind die auf 100 Theile Schießpulver berechneten Verhältnisse der Bestandtheile eingetragen, wie sie in verschiedenen Ländern eingeführt sind.

	Salpeter.	Schwefel.	Kohle.
Oesterreichisches Scheibenpulver. . .	75,47	11,32	13,21
= Musketen- u. Stückpulver : .	75	12	13
= Sprengpulver	60,194	18,447	21,359
Italienisches Kriegspulver	76	12	12
= Jagdpulver	73,33	8,57	18,2
= Sprengpulver	70	18	12
Englisches Kriegspulver	75	10	15
= Pulver von Datfort	75	8	17
= = = Tunbridge . . .	76	9,5	14,5
= = = Hounslow . .	78	8	14
Französisches Kriegspulver	75	12,5	12,5
= Jagdpulver von Stampfmühlen	78	10	12
= = = Angoulême und Le Bouche	80	10	14
= rundes Pulv., v. Essonne ehemals	74	10	16
= Sprengpulver	62	20	18
= Handelspulver	62	18	20
Schwedisches Pulver	75	9	16
Berner Pulver	76	10	14
Preußisches Pulver, neues Verhältniß	75	11,5	13,5
= = altes =	75	10	15
Russisches Pulver	75	10	15

Unter den zu diesem Zwecke angestellten Versuchen verdienen in'sbesondere jene von Proust an-

Digitized by Google

geführt zu werden. Dieser suchte zuerst auszumitteln, welche Quantität von Kohle gerade hinreichend sey, eine bestimmte Menge Salpeter vollständig zu zersetzen, unter Berücksichtigung der dazu erforderlichen Zeit. Er verbrannte nach der oben bei den Versuchen über die tauglichste Pulverkohle angegebenen Methode 60 Gramm Salpeter mit wachsender Quantität von Kohle und fand $\frac{1}{6}$ derselben gerade hinreichend, diese Zersetzung vollständig zu bewirken, indem bei kleineren Quantitäten noch unzersetzter oder nicht vollkommen zersetzter Salpeter als salpetrigsaures Kali im Rückstande blieb. Die Dauer des Verbrennens wurde zwar durch noch größere Mengen von Kohle noch verkürzt, was wohl bis auf eine gewisse Grenze wünschenswerth wäre; da aber, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist, die Menge des entwickelten Gases nur in so weit vermehrt wird, als Kohlenoxydgas statt kohlensaurem Gase erzeugt wird, womit aber zum Nachtheile der Spannung des Gasquantums eine niedere Temperaturerhöhung verbunden ist; da ferner bei zu großer Menge der Kohle der überschüssige Theil derselben gar nicht mehr auf Kosten des Sauerstoffs des Salpeters verbrennen und somit Gas liefern könnte, daher nur als unnütze Last die nähere Berührung der wirksamen Bestandtheile vermindert, endlich auch noch den nachtheiligen Einfluß für die Festigkeit des Korns und die Conservation bei Aufbewahrung des Pulvers haben müßte, so konnte das Verhältniß von $\frac{1}{6}$ Kohle als das tauglichste angesehen werden, um so mehr, da die noch fehlende Raschheit des Verbrennens durch den Zusatz von Schwefel noch erreicht werden kann. Dasselbe Verhältniß fand Proust auch bei Anwendung anderer Kohlenarten.

In Bezug der Quantität und Qualität der Gase, die bei'm Verbrennen dieser Mischungen sich entwickelten, ergab sich Folgendes:

Digitized by Google

	Kohle	liefern Kubikzoll Gas				
		Salpetergas	Stickgas	Kohlensaures Gas	Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgas	Summa
60 Grammes Salpeter gemengt mit	$\frac{1}{7}$	11	17,5	34	—	62,5
	$\frac{1}{6}$	14	24,5	38	—	76,5
	$\frac{1}{5}$	14	24,5	34	4	76,5
	$\frac{1}{4}$	14	24,5	30	8	76,5
	$\frac{1}{3}$	14	24,5	30	20	86,5
	$\frac{1}{2}$	12	24,5	30	20	86,5

Das erste Mischungsverhältniß ist offenbar zu schwach an Kohle, weil es wenig Stickgas und zugleich weniger Kohlensäure liefert, als das zweite, in Folge des nicht vollkommen zersetzten Salpeters. Dieses zweite, worin die Kohle $\frac{1}{6}$ des Salpeters beträgt, erscheint als das vorzüglichste; denn obschon bei größerem Verhältnisse die Summe der Gase im Ganzen wächst, so nimmt doch die Menge des kohlensauren Gases ab, was nicht vortheilhaft seyn kann; denn die hier gebildeten Gase sind durch Einwirkung der Kohle auf das hygroskopische Wasser und auf die Kohlensäure selbst entstanden, was aber auf eine weniger hohe Temperatur schließen läßt, als wenn die Kohle zu Kohlensäure verbrennt.

Es zeigt sich demnach, daß mit $\frac{1}{6}$ der Kohle dasjenige Maximum an Gas geliefert werde, dessen Entwickelung zugleich von der höchsten Wärmeentbindung, die durch Kohle und Sauerstoff hervorgebracht werden kann, begleitet ist.

Derselbe Chemiker hat sich auch mit der Frage über die zweckmäßigste Quantität des Schwefels beschäftigt; und die Resultate der darüber gemachten

Versuche stellen das günstigste Verhältniß des Schwefels zu $\frac{1}{6}$ des Salpeters heraus, bei welchem in der kürzesten Verbrennungszeit die verhältnißmäßig größte Menge an Gas selbst bei verschiedenen Quantitäten Kohle erzeugt wird.

Die folgende Tabelle enthält nach den Versuchen die Quantität des erzeugten Gases bei der Verbrennung von gleichen Quantitäten des verschiedenen Pulvergemenges.

Pulver	Zusammensetzung			Erzeugtes Gas in Kub."
	Salpeter	Schwefel	Kohle	
100	70	12	18	107
	73,2	12,2	14,6	100
	75	12,5	12,5	113
	76,2	12,8	11	112

wornach sich ebenfalls das Verhältniß: 6 : 1 : 1 als das günstigste ausweis't. Nach dieser auf experimentellem Wege gemachten Ausmittelung wird man demnach durch Aenderung des Mischungsverhältnisses weder eine größere Menge gasförmiger Producte unter der höchstmöglichen Temperatur, noch eine schnellere Entwickelung derselben zu bewirken im Stande seyn. Auch das stöchiometrische Verhältniß der Bestandtheile, in der Voraussetzung berechnet, daß die sämmtliche Kohle in Kohlensäure verwandelt wird, stimmt mit jenem durch die Erfahrung gegebenen überein, indem für diese Verbrennung zu 1 Atom Salpeter 1 Atom Schwefel und 3 Atome Kohle gehören, woraus 2 Atome Stickstoff, 3 Atome

Digitized by Google

Kohlensäure und 1 Atom Schwefelkalium entstehen. In Gewichtstheilen ausgedrückt, giebt dieses 74,71 Salpeter, 13,44 Kohle und 11,85 Schwefel, und als Verbrennungspunct für 100 Gran Pulver 32,8 K. Z. Stickgas, 98,2 K. Z. kohlensaures Gas, und 40,74 Gran Schwefelkalium.

Auch in der gewöhnlichen Zusammensetzung des Bergwerkspulvers, wenigstens von manchen Ländern, findet man eine Uebereinstimmung mit der Theorie. Wird nämlich das Verhältniß so genommen, daß die Kohle zum Theil zu Kohlenoxydgas und zum Theil zu Kohlensäure verbrennt, der Schwefel aber zweifach Schwefelkalium bildet, so müssen auf 2 Atome Salpeter 4 Atome Schwefel und 9 Atome Kohle genommen werden, was nach gemachter Substitution für 100 Theile 63,6 Salpeter, 20,0 Schwefel und 16,7 Kohle giebt.

Das in Frankreich eingeführte Bergwerkspulver weicht sehr wenig von diesem berechneten ab, — mehr ist dieses der Fall mit dem in Oesterreich eingeführten Sprengpulver. Das Resultat ist hierbei wohl ein größere Quantität Gas, aber dieser Vortheil wird durch die weniger hohe Temperatur bei der Verbrennung zu Kohlenoxyd wieder aufgehoben. Eine Pulversorte nach dieser Zusammensetzung würde wegen des Ueberschusses an Schwefel zu nachtheilig auf das Material der Feuerwaffe wirken, und bleibt daher von der Anwendung hierzu ausgeschlossen. Zu dem Zwecke jedoch, den seine Benennung angiebt, zeigt es sich als vollkommen brauchbar, empfiehlt sich auch durch seine Wohlfeilheit, so wie durch den Umstand, daß es dem Verderben durch Feuchtigkeit weniger unterworfen ist.

Uebrigens ist für diese nach den Atomverhältnissen gemachten Rechnungen zu bemerken, daß hier die Kohle als reiner Kohlenstoff angesehen, und

nicht auf die Asche gebenden Bestandtheile Rücksicht genommen ist; ferner wird auch der Wasserstoff nicht beachtet, welchen selbst die schwarze Kohle, wenn sie nur nicht zu stark geglüht wurde, enthält, auch der Umstand außer Acht gelassen, daß das Pulver niemals ganz frei von Feuchtigkeit ist, welche zersetzt mit beiden Bestandtheilen in Wirksamkeit tritt. Endlich wäre, damit die chemische Reaction nach der gemachten Berechnung völlig genau Statt finde, eine Zertheilung der Stoffe bis auf einen solchen Grad von Feinheit nothwendig, der durch die vollkommenste Verkleinerungs- und Mischungsmethode nie erreicht werden kann; woraus sich die geringen Abweichungen von selbst erklären.

Es muß daher insbesondere auf die mechanische Bearbeitung die größte Aufmerksamkeit verwendet werden. Je höher diese dem chemischen Acte vorausgehende mechanische Vorbereitung gesteigert ist, desto vollkommener wird auch die chemische Zersetzung selbst und hiernach die Wirkung erfolgen. Auch die Erfahrung stimmt damit überein, indem sie bestätigt, daß Verkleinerung, Mengung, Verdichtung, Größe des Kornes, Zustand der Oberfläche u. dergl. einflußreicher sind, als selbst kleine Abweichungen im Dosirungsverhältnisse.

Zu S. 149.

Die Sortirung des Korns geschieht durch eigene messingdrahtene Siebe mit einer bestimmten Anzahl Oeffnungen auf den Quadratzoll, die den Namen Probemustersiebe führen, und zwar:

Nr. 1	für Scheibenpulver	1225	Oeffnungen	aus Draht Nr.	10.
„ 2	„ Stückpulver .	289	„	„ „ „	3.
„ 3	„ Musketenpulver	529	„	„ „ „	7.
„ 4	„ Mittelsieb . .	441	„	„ „ „	6.

Digitized by Google

Nr. 5 für Sieb zur Absonderung d. zu groben Korns . . 121 Oeffnungen aus Draht Nr. 6.

Das feinste Korn, welches durch das Sieb Nr. 1 gegangen ist, hat auch den Pulverstaub mitgenommen, daher es in das Staubsieb gebracht werden muß, wo der Staub durchgeht, das gekörnte Pulver aber liegen bleibt.

Digitized by Google

Die Anwendung der genannten Siebe ist aus folgender schematischen Darstellung ersichtlich:

- Alles entstandene Korn kommt in das Sieb Nr. 2.
  - Das liegengebliebene in Nr. 5.
    - liegengeblieben: zu grobes Korn
    - durchgegangen: echtes Stückkorn . 66,67 → Stückpulver.
  - Das Durchgegangene in Nr. 3.
    - Das liegengebliebene in Nr. 4.
      - liegengeblieben: grobes Mittelkorn . . . 33,33 → Stückpulver.
      - durchgegangen: feines Mittelkorn . . . 20 → Musketenpulver.
    - Das Durchgegangene in Nr. 1.
      - liegengeblieben: Musketenkorn . . . . 60 → Musketenpulver.
      - durchgegangen: Scheibenkorn . . . . 20 → Musketenpulver.

Da man aus diesen verschiedenen Korngattungen nur zweierlei Pulversorten darstellen will, so werden ein Theil grobes Mittelkorn mit zwei Theilen echtem Stückkorn zu Stückpulver zusammengesetzt: ferner ein Theil feines Mittelkorn, ein Theil Scheibenkorn geben mit drei Theilen Musketenkorn das gebräuchliche Musketenpulver. Für das Sprengpulver besteht keine solche Sortirung; die Kornmischung bleibt so, wie sie sich durch das Kleinen ergiebt, nur das als Scheibenkorn durchgehende wird abgesondert.

In Frankreich geschieht das Körnen auf ähnliche Art; auch hier hat man Schrotsiebe, in denen durch linsenförmige Scheiben die Zertheilung der Masse vorgenommen wird; ferner Kornsiebe, in denen man den Körnern die zweckmäßige Größe zu geben sucht, daher auch bei diesem noch die erwähnten Scheiben zur Zertheilung der zu großen Körner in Anwendung kommen. Endlich wird durch ein Staubsieb, dessen Boden ein dichtes Haargewebe ist, das Korn vom Staube befreit und durch Scheidesiebe das Sortiren der verschieden großen Körper vorgenommen. Die Schrot- und Kornsiebe haben 60 Centimeter innern Durchmesser. Sie sind kreisrund, haben einen Boden, welcher aus einem mit Löchern versehenen Felle besteht, und sind im Uebrigen wie gewöhnliche Siebe gebildet. Die Felle sind Schweins- oder Kalbsfelle. Ihre Löcher, die mit Hülfe von Maschinen gestochen sind, haben folgende Dimensionen:

Grobes Schrotsieb . . .	10	Millim.
Mittleres	5	"
Feines	4	"
Kornsieb zu Bergwerkspulver	4	"
" " Kriegspulver .	2,5	"
" " feinem Pulver .	1	"
" " d. feinsten Pulver	0,5	"

Digitized by Google

Die Scheibe, mit der die Masse durch die Siebe getrieben wird, ist linsenförmig, aus Guajakholz, oder einem andern harten Holze. Sie muß 21 Centimeter zum Durchmesser haben, und eine Dicke von 55 Millim. in der Mitte und 45 im Umfange.

Dieses Verfahren ist dasjenige, welches zur Darstellung des Kriegspulvers angewendet wird. Der Vorgang hierbei ist folgender. An der Wand des Kornhauses stehen rundherum Kornträge, offene hölzerne Kästen, die von zwei zu zwei Metern durch Scheidewände getrennt sind, wodurch der Platz des Arbeiters begrenzt ist. Dieser Arbeiter nimmt eine Portion der Masse, bringt sie in das Schrotsieb, legt die Scheibe oder Linse darüber, und ertheilt nun dem Siebe, welches auf eine Kante einer viereckigen Latte über dem Körnertrog aufgestellt wird, eine solche Bewegung, daß die Scheibe, sich um ihren eigenen Mittelpunct drehend, schnell um den Umfang des Siebes läuft. Die durch diese Bewegung der Scheibe zertheilten Massen fallen in Körnern in den Trog.

Anders ist der Vorgang bei der Darstellung des Jagdpulvers. Der Apparat hierzu besteht aus acht mehrfachen Sieben, deren jedes aus einem Schrotsiebe, Kornsiebe und einem Staubsiebe zusammengesetzt ist. Ein Trichter führt nämlich durch einen Schlauch von weichem Leder, der durch die Vibrationen einer Maschine erschüttert wird, die Satzstücke in ein solches zusammengesetztes, durch die Maschinerie im Kreise bewegtes Sieb. Der oberste Theil desselben ist das Schrotsieb mit seiner linsenförmigen Scheibe, und es geht die bekannte Wirkung vor sich. Das geschrotene Pulver fällt in das 3 Centimeter unterhalb befindliche, messingdrahtene Kornsieb, welches die guten Körner und den Staub auf das

dritte eben so weit darunter befindliche Seidensieb durchgehen läßt, die zu großen Körner aber zurückbehält. Diese werden nun in ihrer Bewegung, vermöge der Centrifugalkraft, an dem Umfange des Siebes eine noch aufwärtssteigende löffelartige Bahn von Kupfer treffen, durch welche sie in das Schrotsieb aufsteigen und von Neuem die Einwirkung der Scheibe erleiden. Der Staub nun fällt in einen unteren, ähnlichen Behälter, aus dessen Mitte er durch einen Schlauch in einen Kasten abgeführt wird. Das auf dem Seidensiebe zurückgebliebene gute Korn wird aus derselben Ursache, wie oben, nach dem Umfange geschleudert, findet an dem obern Theile des Siebrandes eine kupferne Zunge oder Schaufel, ebenfalls der Rotationsbewegung entgegengestellt, durch welche es aufgehalten, in das Loch und von da durch einen Schlauch in einen Kasten geleitet wird. Man erhält also durch diese Einrichtung unmittelbar das Pulver in gut gekörntem Zustande und von dem Staube geschieden, ohne daß eine andere Handarbeit dabei nöthig ist, als die Füllung der Siebe und die Ausleerung der zwei Reservoirs, welche das Korn und den Staub enthalten. Acht solcher zusammengesetzter Siebe sind auf einem kreisrunden horizontalen Rahmen von 2,5 M. Durchmesser angebracht, der durch einen Krummzapfen von einem Wasserrade bewegt wird. 100 Kilogramm Kuchen geben 52 Kilogramm Korn.

Die von den Walzmühlen, Pressen u. dgl. geformten Kuchen sind so hart, daß sie nur schwer auf die besagte Weise mittelst Sieben gekörnt werden; man läßt sie daher mittelst hölzerner Hämmer zuerst zerschlagen, durch cannelirte Walzen zwischen Leinwand durchgehen, wodurch sie zerbrochen werden, wornach man das Körnen erst wie gewöhnlich mittelst Siebe vornimmt.

Digitized by Google

Congreve hat auch hier eine Maschine vorgeschlagen, die aus zwei Paar Walzen besteht, die mit Zähnen versehen sind. Eine Leinwand ohne Ende führt aus dem Nebenzimmer die dünnen, nur in Stücke zerschlagenen Kuchen zwischen das erste Paar, welche die Bestimmung haben, ein Zerbrechen dieser Stücke in kleinere Theile zu bewirken. Von da gelangen diese Fragmente wieder durch eine Leinwand ohne Ende, oder auch durch ein schräges Sieb zwischen das zweite Paar Walzen mit ähnlicher Einrichtung von Zähnen, aber von kleineren Zwischenräumen. Hier werden sie in Körner gebrochen und kommen in über einander gestellte Siebe, wodurch sie sortirt werden.

Eine ganz eigenthümliche, in **Le Bouchet** eingeführte Körnvorrichtung ist eine Trommel, die man écureuil nennt; die eine Gattung derselben, welche die Bestimmung für die Stampfmühlmassen oder Walzmühlkuchen hat, ist eine aus einem Metalldrahtgitter verfertigte cylinderförmige Hülse, die sich um ihre Are dreht. Mittelst eines Trichters werden die Satzstücke in die eine flache Seite des Cylinders eingetragen und von 20 hölzernen, 3 bis 4 Centimeter im Durchmesser habenden Kugeln zerschlagen; die Körner fallen durch die siebförmige Wand.

Für die härtern Kuchen des Laminoirs hat der Apparat eine andere Einrichtung; er besteht in diesem Falle aus einer Trommel von 3,4′ Durchmesser, deren Umfang aus einzelnen, stückweise einzusetzenden Siebrahmen zusammengesetzt ist. In dieser Trommel befindet sich ein zweiter Cylinder oder Käfig, der nur aus hölzernen, an den Seitenwänden des größern eingesetzten Stäben gebildet ist, deren Zwischenweite 2 bis 3 Millimeter beträgt. — Durch eine runde Oeffnung an der einen Seite der Trommel wird mittelst eines krummen, vertical aufsteigenden

Trichters entweder unmittelbar oder durch ein Schüttelwerk, wie bei Mahlmühlen, der in Stücke zerschlagene Pulverkuchen in den Raum des innern Cylinders geführt. Dort werden sie bei der Umdrehung der Trommel durch die darin befindlichen Zinnkugeln (8 bis 10 Kilogramm in der Größe einer Gewehrkugel) an den hölzernen Stäben zerschlagen, kommen in kleinerer Form auf die Drahtnetze, welche die Wand der Trommel bilden, und fallen als feineres Korn und Staub durch dieses hindurch auf mehrere schräg gestellte und durch dieselbe Maschinerie bewegte Siebe, wodurch die Körner sortirt und der Staub abgesondert wird. Die Stücke, welche noch zu groß sind, um durch das Metallnetz zu fallen, werden durch eine kupferne schräge Bahn, die vom innern Käfig bis an die Wand der größern Trommel reicht und der Drehungsrichtung der Trommel entgegengesetzt liegt, in diesen Käfig zurückgeführt und dort weiter gekleinert. Die ganze Trommel ist mit einem hölzernen Gehäuse umgeben, sie macht in der Minute 30 Umdrehungen und kleinet in 24 Stunden 100 Kilogramm Jagd- oder 500 Kilogr. Kriegspulver.

Alle eckigen Körner können durch die folgende Arbeit des Glättens auch rund gemacht werden. Unmittelbar ganz runde Körner können nach der von Champy angegebenen Methode angefertigt werden.

Hierzu bedient man sich einer hölzernen Trommel von ungefähr 1 Meter im Durchmesser und 3 bis 4 Decimeter Breite. Durch diese Trommel läuft eine Axe, um welche dieselbe eine Rotationsbewegung erhält. In ihrem Umfange ist sie mit einer Oeffnung versehen, deren man sich bedient, um die Masse hineinzufüllen und herauszunehmen; eine ihrer Seiten ist mit einem ziemlich weiten kreisrunden Loche

Digitized by Google

versehen, durch welches die Achse und außer derselben ein ihr paralleles festes Rohr geht, das mit einer Reihe sehr feiner Löcher versehen ist. Dieses Rohr steht in einer durch ein Ventil abschließbaren Verbindung mit einem Reservoir von Wasser, das durch die feinen Löcher als Regen in die Trommel fällt. Man bringt nun das Gemenge in diese Trommel, setzt diese in Bewegung und läßt das Wasser als feinen Regen in dieselbe eindringen. Jeder hineinfallende Tropfen wird der Mittelpunct eines kleinen Kornes, welches, indem es sich fortwährend im feuchten Staube herumwälzt, sich abrundet und in concentrischen Schichten an Größe zunimmt. Durch Verlängerung der Zeitdauer der Operation könnte man sehr voluminöse Körner bilden, allein man unterbricht dieselbe, sobald sie die erforderliche Größe erlangt haben. Die so erhaltenen Körner sind sphärisch, aber keineswegs gleich groß. Durch eigends dazu construirte Siebe sondert man den Staub und das feine Korn, welche beide durchfallen, von dem guten, und dieses sodann von dem zu groben Korne oder den Stücken, welche neuerdings gepulvert werden. Auch das feine Korn und den Staub sondert man auf gleiche Weise von einander; letzterer kommt von Neuem unter das zum Körnen bestimmte Gemenge, ersteres dagegen, welches nur vergrößert zu werden braucht, um zum guten Korne zu werden, wird, unter dem Namen Kern, zur folgenden Körnung zurückgebracht, wo es die Körnung beschleunigt.

In der Schweiz, wo die in den Hammermühlen gestampfte Masse in nußgroßen Stücken herauskommt, geschieht die Operation des Körnens in Sieben, welche aus einem Flechtwerke aus dem Baste der Haselnußstaude verfertigt sind. Diese scheinen vor denen aus Fellen den Vorzug zu haben, daß sie durch die Einwirkung der Feuchtigkeit der Masse oder der

Digitized by Google

Luft weder erweichen, noch sich ausdehnen, welches beides der Operation nachtheilig ist. Die Scheiben, deren man sich bedient, sind von Nußbaumholz und busenförmiger gestaltet, als die französischen. Sie haben in der Mitte ungefähr 2 Zoll im Durchmesser, dieser nimmt am Rande hin bis auf $\frac{3}{4}$ Zoll ab. In der Mitte haben sie einen Zapfen oder eine Erhabenheit, welche der Arbeiter, indem er die Scheibe in der rechten Hand kreisförmig bewegt und zugleich sein Sieb mit der linken Hand gehen läßt, im Anfange auf die Masse aufdrückt, um die größten Stücke zu zerquetschen. Diese Operation geschieht auf Stangen über Trögen, die den französischen ähnlich sind. Nachdem die gekörnte Masse durch Siebe von verschiedener Durchlöcherung in die gebräuchlichen Sorten geschieden und durch ein Haarsieb von dem Staube getrennt ist, so giebt man dem Korne die runde Form.

Der Vorgang hierbei ist folgender. Das Pulver wird aus dem Troge mittelst einer Rolle aufgezogen und nun in Behältnisse von folgender Einrichtung geschüttet. An einer Achse sind zwei mit Ruthen versehene Scheiben befindlich, über welche trommelartig ein Sack, der mit einem an der Seite befindlichen Schlauche versehen ist, gespannt wird. Dieser letztere dient dazu, das Pulver einzufüllen und auszuleeren. Nachdem das Füllen beendigt ist, schlägt man den Schlauch um die Trommel herum. Sowohl der Sack, als der Schlauch sind aus einem groben baumwollenen Zeuge (einer Art sehr dichtem Barchent), angefertigt. Uebrigens wäre es für das Füllen und Entleeren bequemer, das Schießpulver durch eine runde oder eckige Oeffnung, welche man in einer der hölzernen Scheiben der Trommel anbrächte, in diese einzufüllen, indem der Schlauch nicht ohne Schwierigkeit um den Sack festgemacht werden kann.

Digitized by Google

Um diese Säcke zu rollen und dadurch das Korn des Pulvers rund zu machen, ist folgende Einrichtung getroffen. Ein verticaler Baum geht aus dem untern Theile des Gebäudes durch den Boden in das obere Stockwerk und durch eine runde Tafel durch. Die Tafel ist mit Speichen versehen, die gegen den Mittelpunct zu convergiren, und oberhalb derselben geht eine eiserne Achse quer durch diesen Baum. An diese werden zwei der oben beschriebenen Säcke mit ihrer als Achse dienenden Hülse angesteckt, wodurch sie bei Rotirung des verticalen Baumes über die Speichen der runden Tafel fortgerollt werden. Die Bewegung des Baumes wird durch ein an seinem untern Theile angebrachtes Rad bewerkstelligt, indem in dasselbe ein am Wasserrade angebrachtes Getriebe eingreift. Ferner ist noch die Einrichtung getroffen, daß die rotirende Bewegung der Säcke augenblicklich eingestellt werden kann, ohne deswegen das Wasserrad mit in Ruhe zu bringen. Eine und eine halbe Stunde reichen hin, das Korn abzurunden, welches durch diese Operation auch schon den Anfang einer Glättung erleidet. Von da kommt das entleerte Korn zurück in das Kornhaus, wo es ausgesiebt wird, um es von dem vielen Staube zu befreien, der sich bei dieser Operation bildet. In kleinen Fabriken füllt man Säcke von dichtem Gewebe mit 3 — 15 Pfund eckig gekörnten Pulvers und bindet dieselben sehr nahe an der eingefüllten Masse zu, aber ohne selbe zusammenzudrücken. Sodann rollt man dieselben, beide Hände darauf stützend, auf einer Tafel herum. So oft die Masse in einem Sacke locker wird, muß durch das Zurückführen des Bundes abgeholfen werden.

Analyse des Schießpulvers.

Da die bisherigen Methoden, die Zusammensetzung der Schießpulver zu ermitteln, sehr mangelhaft sind,

Digitized by Google

so hat Dr. Werther, Lehrer der Chemie an der Königl. Artillerie- und Ingenieurschule zu Berlin, alle jene Methoden praktisch geprüft und daraus eine Vorschrift für die Analyse zusammengestellt, welche den Anforderungen entspricht und mit möglichster Genauigkeit, in kürzester Zeit und mit geringster Schwierigkeit die Zusammensetzung des Pulvers ermittelt.

I. Bestimmung des Wassergehaltes. — Aus den von W. angestellten Versuchen ergiebt sich, daß die Pulverkohle, im Zustande der höchsten Feuchtigkeit und bei größter Vertheilung, im Vacuum über Schwefelsäure vollkommen ausgetrocknet werden könne.

Mit demselben Erfolge kann man sich eines vollkommen trockenen Luftstroms bedienen, den man durch eine mit dem Schießpulver angefüllte Röhre mehrere Stunden lang leitet. Dieses Verfahren ist unbequem; einfacher ist es, den mit dem Pulver gefüllten Tiegel in einen Trocknenapparat zu bringen, wie er sonst schon öfters angewendet ist, aus einer weithalsigen Flasche bestehend, an deren Stöpsel man ein Gehänge angebracht hat, in welches das Gefäß gesetzt wird. Der Boden der Flasche wird mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, welche man noch an den Wänden derselben umherschwenkt. In einer solchen völlig trocknen Atmosphäre trocknet das Pulver sehr schnell und vollständig.*)

1) 5,612 Grm. Schießpulver**) verloren in der Trocknenflasche nach 24 Stunden an Gewicht 0,063

*) Unter einer Glocke, welche eine mit Schwefelsäure gefüllte Schale bedeckt, ist die Atmosphäre meist nicht so trocken, daher die Exsiccation nicht so vollständig.

**) Zu diesem, wie zu allen folgenden Versuchen wurde eine und dieselbe Pulversorte, in Halle käufliches sogenanntes Berner Jagdpulver angewendet.

Digitized by Google

Grm. Nach drei Tagen war das Gewicht nicht weiter unter 5,549 gesunken; dies beträgt 1,13 pCt. Feuchtigkeit.

2) 4,961 Grm. lufttrockenes Pulver verloren im Vacuum über Schwefelsäure nach drei Tagen 0,055 Grm. Feuchtigkeit; darauf sank das Gewicht nicht weiter; dies beträgt 1,10 pCt. Wasser.

In Ermangelung einer Luftpumpe kann man sich daher sehr gut der Trocknenflasche bedienen.

Am Zweckmäßigsten verfährt man, wenn man das zu untersuchende Pulver in eine eingeschliffene Stöpselflasche bringt und dasselbe lufttrocken zu den Analysen benutzt. Die Zeit über, welche zu der chemischen Untersuchung erfordert wird, läßt man die zu trocknende Pulverprobe in der Flasche und berechnet sodann die gewonnenen Resultate auf die trockene Masse*)

II. Bestimmung des Salpeters. — Um den Salpeter mit Schnelligkeit und Sicherheit zu bestimmen, hat Hr. W. verschiedene Methoden angewendet. Zuerst suchte er den Kaligehalt des Pulvers dadurch zu erfahren, daß er das Pulver im Platintiegel mit einem Ueberschusse von Schwefelsäure vermischte und bei einer Temperatur unter 200° erhielt. Das salpetersaure Kali wird zersetzt, der Schwefel entweicht zum Theil, und nach einigen Stunden bleibt ein Rückstand, den man scharf erhitzen kann, ohne daß er noch detonirt. Dieser wurde in saures schwefelsaures Kali und dann auf bekannte Weise in neutrales verwandelt. 100 Theile schwefelsaures Kali entsprechen 116 Theilen Salpeter.

*) 2 Grammen ausgeglühter Pulverkohle wurden mit Wasser befeuchtet und in die Trocknenflasche gebracht. Nach drei Tagen hatte das Gewicht sich wieder auf 2,001 Grammen vermindert.

Digitized by Google

Zuweilen explodirte die Masse noch, wenn schon alles salpetersaure Salz zersetzt zu seyn schien, und wenn es auch einige Mal glückte, den Versuch ohne Unfall durchzuführen, so kann diese Methode doch auf keine Weise empfohlen werden.

Nicht viel besser war das Resultat, als Hr. W. dem Pulver eine acht- bis zehnfache Menge Salmiak zumischte, glühte und den Rückstand in schwefelsaures Kali verwandelte. Die Verluste, welche hierbei unvermeidlich eintreten, sind zu groß, um, selbst bei einer sehr sorgfältigen Ausführung, ein gutes Resultat zu gestatten.

Bei folgenden Methoden ist Dr. W. stehen geblieben:

1) Auslaugen und Eindampfen des Salpeters. — Diese Methode, dem Schießpulver durch Auswaschen zuerst den Salpeter zu entziehen, ist die fast allgemein befolgte, und es sind nur wenige Worte, welche hier anzuführen sind.

Das unzerriebene Pulver, 5—6 Grm., wird in einem Becherglase mit heißem Wasser übergossen und häufig umgerührt.

Nach einer Stunde filtrirt man die Lösung durch ein bei 100° oder in der Trocknenflasche getrocknetes und gewogenes, 5 Zoll im Durchmesser haltendes Filter. Der Rückstand wird im Becherglase noch einige Mal mit heißem Wasser übergossen und zuletzt mit auf das Filter gebracht, wo er vollständig ausgesüßt wird.

Während des Auswaschens wird die Lösung schon eingedampft und zwar am Besten auf dem Wasserbade. Sind alle Waschwässer vereinigt und eingedampft, so schmelzt man den Salpeter in der Schale, während man diese, um Verlust durch Spritzen zu verhüten, mit einer Glasplatte bedeckt hält. Die Schalen, welche die Porcellanfabriken zu Meißen, Berlin, Sèvres herstellen, sind leicht und hinreichend

Digitized by Google

groß, um hierzu angewendet werden zu können. Man wählt sie vom Gewicht zu 60 Grm., diese sind 3½ Zoll breit und ¾ Zoll tief und fassen etwa 60 Grm. Wasser; sie sind dann nicht zu schwer für die gewöhnlichen feinen chemischen Wagen.

Der auf dem Filter gesammelte Rückstand von Schwefel und Kohle kann zur Controle in die Trockenflasche gebracht und nach einigen Tagen gewogen werden. Nach 24 Stunden wird die Wägung wiederholt und dadurch die Trockenheit der Substanz nachgewiesen, wenn das Gewicht sich nicht geändert hat.

3) 4,906 Grm. trockenes Pulver gaben 3,879 Grm. Salpeter = 79,06 Procent.

Der Rückstand von Kohle und Schwefel wog 1,032 Grm. = 21,03 Procent.

Der Ueberschuß von $\frac{1}{10}$ Procent ist ein zu übersehender Beobachtungsfehler.

Die Extraction des Salpeters auf die angegebene Weise erfordert immer eine ziemlich lange Zeit; man kann die Operation sehr abkürzen, wenn man das Pulver in einen Deplacirungsapparat bringt. Eine Kugel-Röhre, 7 — 8 Zoll lang und ¾ Zoll breit, ist unten in der Kugel mit ein Wenig Asbest verstopft; 5 — 6 Grm. Pulver werden darein geschüttet und mit heißem Wasser übergossen. Durch einen gut schließenden Kork bringt man auf die Röhre eine drei Fuß lange zweite Röhre, welche man mit Wasser anfüllt. Das Auswaschen geht dadurch so schnell von statten, daß die ganze Operation mit dem Eindampfen des Salpeters in 3 Stunden vollendet ist. Hat man den Asbest hinreichend dicht eingelegt, so geht keine Kohle mit hindurch; liegt er zu dicht, so fließt die Lösung zu langsam ab; man erneuert sodann am Besten den Apparat mit der Füllung. Nach einiger Uebung schon trifft man das richtige Maaß.

Will man das Gewicht des Rückstandes bestimmen, so legt man die Röhre horizontal und verbreitet durch gelindes Klopfen ihren Inhalt auf die eine Fläche der Röhre, so daß ein Luftstrom hindurch geleitet werden kann, ohne etwas mit sich fortzureißen. Ein trockener Luftstrom, durch einen Aspirator erregt, welcher Tage lang hindurchgeht, und zuletzt ein längeres Verweilen im Vacuum über Schwefelsäure trocknet die Masse vollständig aus.

4) 5,549 Grm. trocknes Pulver gaben auf diese Weise 4,400 Grm. Salpeter oder 79,29 Procent.

5) 4,053 Grm. lufttrockenes Pulver gaben 3,172 Grm. Salpeter: von trockenem Pulver also (4,009) = 79,12 Procent.

6) 5,851 Grm. lufttrocknes Pulver gaben 4,576 Grm. Salpeter, vom trockenen (5,787) = 79,07 Procent.

2) Bestimmung des Stickstoffes im Schießpulver. — Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes im Pulver kann mit einer so großen Schnelligkeit und Genauigkeit ausgeführt werden, daß sie für die Personen, welche im Besitz des erforderlichen Apparates sind, vor dem Aussüßen den Vorzug verdienen kann.

Das Verfahren, den Stickstoff in den organischen Verbindungen quantitativ zu bestimmen, ist von Erdmann und Marchand früher ausführlich beschrieben worden.*) Mit Hülfe des von uns angewandten Apparates, einer gut evacuirenden Luftpumpe, einer hinreichenden Menge kohlensauren Bleioxyds und Anwendung einer frisch bereiteten, erst vorher gekochten (von Luft befreiten) Kalilauge, erhält man ganz ge-

*) S. Erdm. Journ., Bd. XIV. S. 206 u. XXXVII, S. 146.

naue Resultate, die auf keine andere Weise ebenso schnell und bequem erreicht werden können

Eine kleine Abänderung an dem gewöhnlich benutzten Apparate macht denselben bedeutend bequemer. Man kann den Korb b an der Verbrennungsröhre mit einer 3 — 4 Zoll langen Glasröhre versehen und mittelst Kautschukverbindung diese an dem Messingapparat anbringen.

Auf diese Weise kann man die Verbrennungsröhre leicht versiegeln und nachher aufklopfen. Ferner ist eine große Unbequemlichkeit, den Quecksilberapparat auf die Erde zu stellen, um das 30 Zoll lange Glasrohr anwenden zu können. Diesem Uebelstande begegnet man durch die Anwendung einer zuerst aufsteigenden und sodann 30 Zoll hinabsteigenden Glasröhre. Beide Schenkel sind durch kleine Korkstückchen miteinander verbunden und erhalten auf diese Weise vollkommene Festigkeit. Die Quecksilberwanne wird nun unmittelbar neben den Verbrennungstisch gestellt. Am Glockenhalter wird ein Arm angebracht, welcher das bei'm Auspumpen mit Quecksilber gefüllte Rohr vor dem Umfallen schützt.

Bei'm Auspumpen steigt das Quecksilber in den hinabsteigenden Schenkel auf; ein sehr heftiges Pumpen muß vermieden werden, um das Quecksilber nicht in die Pumpe zu schleudern. Wenn das Rohr lang genug gewählt ist, so tritt dies niemals ein.

Der Verbrennungsofen und das Kohlenfeuer kann zweckmäßig mit der von Erdmann und Marchand beschriebenen Verbrennungslampe vertauscht werden.

Um zu prüfen, eine wie große Sicherheit das Verfahren darbietet in Beziehung auf die Salpeterbestimmung, so wurde reiner Salpeter dieser Zerlegung unterworfen.

Es besteht derselbe aus K O 589,9
N 175,0

O 500,0

Darnach enthalten 100 Theile 13,835 Theile Stickstoff.

Ein Gramm Luft nimmt bei 0° und 760 Mm. das Volumen von 769,54 Cubikc. ein; das specifische Gewicht des Stickstoffes ist 0,97137. Ein Gr. Stickstoff nimmt also das Volumen von 792,23 Cubikc. ein; daher 0,13835 Grm. das Volumen von 109,60 Cubikc.

100 Cubikc. Stickstoff bei 0° und 760 Mm. entsprechen also 0,91216 Grm. Salpeter.

7) 1,376 Grm. Salpeter wurden mit der sechsfachen Menge metallischen Kupfers gemengt und die Mischung in das Verbrennungsrohr gebracht, dessen hinteres zugeschmolzenes Ende mit kohlensaurem Bleioxyd und dessen vorderes mit metallischem Kupfer erfüllt wurden. Das Auspumpen wurde, während die Kohlensäure sich reichlich entband, zwölf Mal wiederholt. Es wurden dabei erhalten 160 Cubikc. trocknes Stickgas bei 13° C. und 752 Mm. B., auf 0° und 760 Mm. reducirt also 351 Cubikc.*)

Der Rechnung nach hätte man erhalten müssen 150,8 Cubikc.

Diese vollständige Genauigkeit zeigt hinreichend die Anwendbarkeit der Methode.

Bei dem Schießpulver wurde die Bestimmung des Stickstoffes auf eine ganz ähnliche Weise ausgeführt.

Das fein geriebene, vorher gewogene Pulver wurde mit dem zwanzig- bis dreißigfachen Gewichte feinen Kupferoxyd sehr innig gemengt und dieses Gemenge in die Verbrennungsröhre gebracht. Die Länge derselben beträgt 700 Mm.; davon sind 120 Mm. (circa 60 Linien) mit kohlensaurem Bleioxyd ange-

*) Das Gas zeigte nicht die geringste Reaction auf Stickoxyd.

Digitized by Google

füllt, darauf aber ungemengtes Kupferoxyd, sodann die Mischung ein Wenig Kupferoxyd und endlich gegen 300 Mm. metallisches Kupfer, am Besten aus Oxyd durch Reduction mittelst Wasserstoff, gewonnen. Die Verbrennung dauert $\frac{3}{4}$ Stunden. Das Auspumpen vor Beginnen der Verbrennung wird 10—12 Mal wiederholt.

8) 1,559 Grm. lufttrockenes Pulver gaben bei 14° C. und 756 Mm. 142 Cubikc. trockenes Stickgas, entsprechend 1,225 Grm. Salpeter, oder von trockenem Pulver 79,3 Procent.

9) 1,868 Grm. desselben Pulvers bei 14,5° C. und 764 Mm. gab 168 Cubikc. trockenes Stickgas, oder 1,464 Grm. Salpeter, von trockenem Pulver 79,2 Procent.

Die Uebereinstimmung ist so groß, als man sie nur irgend wünschen kann, mit dieser und den Analysen 3, 4, 5, 6.

Es ist soeben angenommen worden, daß der Stickstoffgehalt des Schießpulvers allein von dem darin enthaltenen Salpeter herrühre: dies ist nicht ganz richtig. Die Kohle enthält eine gewisse Quantität davon gleichfalls. Die Menge desselben ist sehr gering, aber sie ist wahrnehmbar. Bei einer sorgfältigen und ausführlichen Untersuchung über die Verkohlung des Holzes hat Marchand gefunden, daß der Stickstoffgehalt dieser Substanz größtentheils in der Kohle zurückgehalten wird. Glüht man diese sehr scharf, so entweicht Ammoniak; dies tritt daher sehr reichlich am Schlusse einer sehr vollständigen Verkohlung ein.

Der Fehler, welcher hierdurch herbeigeführt wird, kann noch nicht ein halbes Procent betragen, und somit liegt er wahrscheinlich innerhalb der Grenzen des Beobachtungsfehlers, der freilich durch ihn, im Falle eines unglücklichen Zusammentreffens, vergrößert werden kann.

Digitized by Google

Marchand hat ferner untersucht, den Salpeterauszug durch Platinchlorid mit einiger Schnelligkeit zu bestimmen; indessen ist, auch wenn man die Gay-Lussac'sche Fällungsmethode mit der Burette hier in einer möglichst alkoholischen Lösung vornimmt, die Operation jedenfalls langwieriger, als das Eindampfen der Lösung, abgesehen davon, daß die Zusammensetzung des Platinchloridkaliums nicht mit völliger Sicherheit bekannt ist. Die Versuche, welche über die Zusammensetzung dieses Salzes angestellt sind, gaben eine merkliche Abweichung von den bisher angenommenen. Endlich müssen wir noch einmal auf die Methode zurückkommen, welche Becker vorgeschlagen hat.*) Dieses Verfahren ist, auch wenn man sich der genauesten Bestimmung des spec. Gewichts der Salpeterlösung bedient, dennoch nicht geeignet, die Menge des Salpeters in der Flüssigkeit zu berechnen, da die Lösung nicht in demselben Maaße, als ihr Salzgehalt zunimmt, auch an Dichtigkeit gewinnt. Die Dichtigkeit nimmt vielmehr bei größerer Sättigung verhältnißmäßig weniger zu.

III. Bestimmung des Schwefels. — Die Gesammtmenge des Schwefels und der Kohle ergiebt sich aus der Salpeterbestimmung. Durch directe Wägung des ausgezogenen Rückstandes wird die gefundene Zahl controlirt (An. 3). Die Menge des Schwefels kann direct bestimmt werden, oder dadurch, daß man die Menge der Kohle feststellt, der Verlust giebt sodann die Quantität des Schwefels.

Am Sichersten bei allen Analysen ist es, alle Substanzen direct zu bestimmen, so daß die Versuche sich nicht auf einen einzigen Bestandtheil werfen. Den Schwefel aus dem Verluste zu bestimmen, ist nicht zweckmäßig, weil die Bestimmung der Kohle

*) Vergl. Erdm. Journ., Bd. XXXII., S. 52.

Digitized by Google

die meisten Schwierigkeiten darbietet. Soll eine Substanz aus dem Verluste gefunden werden, so geschieht dies am Besten mit der Kohle.

1) Bestimmung des Schwefels als schwefelsaurer Baryt. — Dieses Verfahren ist von den meisten Chemikern angewendet worden; den Schwefel in das Barytsalz umzuwandeln, hat man sehr verschiedene Mittel. Der Umstand, daß 1 Theil $\dot{S}Ba$ noch nicht den siebenten Theil Schwefel enthält (100,000 $\dot{S}Ba = 13{,}717\ S$, 34,295 $\dot{S}$) macht diese Gewichtsbestimmung genauer, wie viele andere.

Die Oxydation des Schwefels durch ein Gemenge des Pulvers mit kohlensaurem und salpetersaurem Baryt bietet am wenigsten Schwierigkeiten dar, geht am Schnellsten vor sich und giebt die genauesten Resultate. Ich halte daher dieses Verfahren für das zweckmäßigste. Löwig*) hat vor mehreren Jahren ein Gemenge des kohlensauren Baryts mit dem salpetersauren vorgeschrieben, um dadurch, ganz nach Art der organischen Verbrennungen, den Schwefel zu bestimmen. Man kann es mit Vortheil auf die Analyse des Schießpulvers anwenden. Eine Mischung von 1 Th. Barytnitrat mit 3 Th. Barytcarbonat wird zur 12fachen Menge mit dem Pulver innig gemischt und in eine Glasröhre gebracht, welche an einem Ende zugeblasen ist. Darauf wird eine Schicht des Salzgemenges ohne Pulver geschüttet, etwa 3 — 4 Zoll lang, und die Röhre auf der Verbrennungslampe, oder im Verbrennungsofen von Vorn nach Hinten geglüht.

Das Gemenge schmilzt nicht und läßt sich leicht aus der Röhre entfernen. Diese wird mit verdünnter Salzsäure ausgespült und in derselben die geglühte Masse gelöst. Die Flüssigkeit wird im Be-

*) Erdm. Journ., Bd. XVIII., S. 128.

cherglase, oder einer Porzelanschale im Wasserbade mehre Stunden nahe der Siedehitze gehalten und kann dann sogleich filtrirt werden. Es tritt fast niemals ein, daß der Niederschlag dann noch trübe durch das Filter ginge.

Das Auswaschen des Niederschlags wird mit siedendem Wasser lange Zeit fortgesetzt.

10) 2,414 Grm. lufttrockenes Pulver gaben 1,710 $\dot{S}Ba$ oder 0,23457 Grm. Schwefel = 9,71 Procent, vom trockenen Pulver (2,388) 9,82 Proc. Schwefel. Die Quantität des schwefelsauren Baryts fällt hier ein Wenig zu hoch aus, indem sich die sandigen Beimengungen mit diesem mischen. Sie betragen aber 0,5 vom ganzen Pulver, s. Vers. 22.

Ganz ähnlich ist die Methode von Gay Lussac; doch ist dieselbe, da die Verbrennung in einem Tiegel vorgenommen wird, nicht ohne, wenn auch unbedeutenden, Verlust auszuführen.

Es wird das Pulver innig gemischt mit der gleichen Menge Salpeter, kohlensaurem Natron und der vierfachen Menge Kochsalz. Das Gemenge wird im Platintiegel weiß gebrannt; die Lösung in Salzsäure läßt eine kleine Menge Salz entdecken, welche bei dieser und den folgenden Methoden abgeschieden werden kann.

11) 5 Grm. Pulver gaben auf diese Weise 3,432 Grm. schwefelsauren Baryt, oder 0,47075 Grm. Schwefel = 9,41 Procent, von dem trockenen Pulver (4,945) = 9,52 Procent.

Diese Quantität ist etwas geringer, wie die bei Vers. 10 u. 13 gefundene, da eine kleine Menge Schwefel unverbrannt entweicht und schon durch den Geruch bemerkt werden kann. Deutlicher läßt sich dies nachweisen, aber zugleich vermeiden, wenn man die Oxydation in einer Glasröhre vornimmt, in welche man die Mischung einfüllt und sie darauf mit

Digitized by Google

einem Theile des pulverfreien Salzgemenges überschüttet. Bei der ersten Einwirkung der Hitze sublimirt Schwefel, welcher über das Salzgemisch hinstreicht und hier völlig verbrennt.

12) 5 Grm. Pulver auf ganz dieselbe Weise behandelt, gaben 3,521 Grm. S Ba oder 0,48295 Schwefel = 9,65 Procent, von dem trockenen Pulver (4,945 Grm.) = 9,76 Procent Schwefel.

Das angewendete Gemenge schmilzt in der Röhre; bei'm Erkalten springt dieselbe leicht, daher das Gemenge des kohlen- und salpetersauren Baryts den Vorzug vor dieser Mischung zu verdienen scheint.

Außer dieser Bestimmung des Schwefels auf trockenem Wege läßt sich dieselbe mit Sicherheit auf nassem Wege ermitteln. Im Grunde ist die von Ure angewendete Methode die, welche am Zweckmäßigsten angewendet wird *), nur daß man, wie Millon dies besonders empfohlen hat, anstatt der Chlorwasserstoffsäure und des chlorsauren Kali's, eine Mischung von Salpetersäure mit chlorsaurem Kali benutzt.

In einem Glaskolben werden 2—3 Grm. Pulver mit concentrirter Salpetersäure übergossen und etwa 1 — 2 Decigrm. chlorsaures Kali hinzugefügt. Die Masse wird in schwachem Sieden erhalten; sobald der Geruch nach chloriger Säure verschwunden ist, oder selbst früher, fügt man von Neuem eine gleiche Menge des chlorsauren Salzes hinzu. Sowohl Schwefel als Kohle oxydirt sich, und man erhält nach längerer Einwirkung eine ganz farblose Flüssigkeit. Diese wird mit vielem Wasser versetzt und zu der heißen Menge Chlorbaryum hinzugefügt. Läßt man den Niederschlag längere Zeit nahe bei 100° stehen, so kann er bald ohne Schwierigkeiten

*) Siehe Erdm. Journ., Bd. XXXII., S. 51.

filtrirt werden. Auch hier muß das Aussüßen sehr lange Zeit fortgesetzt werden.

13) 1,431 Grm. lufttrockenes Pulver gaben 1,003 Grm. schwefelsauren Baryt = 0,13759 Grm. Schwefel = 9,61 Procent, vom trockenen Pulver (1,416 = 9,72 Procent).

14) 5,000 Grm. trockenes Pulver gaben 3,572 Grm. S_2Ba und 0,0022 Grm. geschmolzenen Schwefel = 0,4921 oder 9,84 Procent S.

Nimmt man die Reaction in einer Retorte vor und fängt die abdestillirende Flüssigkeit in einer Vorlage auf, so findet man kleine Mengen von Schwefelsäure darin. Bei einer Probe, in der 5 Grm. Pulver auf diese Weise oxydirt wurden, ergab das Destillat 0,006 Grm. schwefelsaure Baryterde; man verfährt daher am Sichersten, wenn man die Destillation in einer tubulirten Retorte vornimmt, den Hals derselben unter Wasser taucht und nach Beendigung der Reaction den Inhalt der Retorte mit dem der Vorlage vermengt und die Spülwässer hinzufügt, um in der ganzen Menge die Schwefelsäure zu bestimmen.

Diese Methode, deren Genauigkeit nichts zu wünschen übrig läßt, hat den einzigen Uebelstand, daß sie lange Zeit erfordert, während welcher das Kochen der Säure fortgesetzt werden muß. Außerdem sind die sich entwickelnden Dämpfe beschwerlich.

Um dem langweiligen Filtriren und Auswaschen des schwefelsauren Baryts zu entgehen, hat Gay Lussac vorgeschrieben, die Menge der Schwefelsäure mittelst einer gradirten Lösung zu bestimmen. (A. a. O., S. 55). Nach den jetzt angenommenen Aequivalentzahlen würden 152,63 Th. krystallisirtes Chlorbaryum 20,00 Th. Schwefel entsprechen. Wenn jedoch diese Methode für die meisten Anforderungen hinreichend genau ist, so hat sie doch einen kleinen Fehler, welcher darin besteht, daß der niedergefallene

Digitized by Google

schwefelsaure Baryt immer eine kleine Menge Chlorbaryum mit einschließt, welche selbst durch Auswaschen mit siedendem Wasser nicht entfernt werden kann.

Da diese Quantität bei dieser Art zu fällen gar nicht zerlegt, sondern unmittelbar niedergerissen, und doch als zerlegt berechnet wird, so ist die aus dem verbrauchten Chlorbaryum sich ergebende Schwefelmenge ein Wenig zu hoch.

IV. Trennung des Schwefels von der Kohle. — Man kann, um das relative Verhältniß der Kohle und des Schwefels zu bestimmen, die von Wöhler angewandte Methode benutzen. Sie ist in Erdmann's Journ., Bd. XXXII, Seite 58, ausführlich beschrieben.

Am Besten verfährt man, eine ungewogene Menge der Mischung des Schwefels und der Kohle möglichst trocken (etwa ein Grm.) in die Röhre zu bringen, den Schwefel in das Kupfer zu treiben, die durch einen trocknen Luftstrom vom Wasserstoff befreiten Röhren zu wägen, nachdem man ihr Gewicht, mit Kupfer angefüllt, ebenfalls genommen, die Kohle auszuschütten und wieder zu wägen. Dadurch erhält man die relative Menge der Kohle zum Schwefel.

Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß die Kohle meist zu gering gefunden wird. Die Hitze, welche man anwenden muß, um die Kohle völlig vom Schwefel zu befreien, ist meist größer, als die, bei welcher sie dargestellt war, sie verkohlt sich daher unter nicht unbedeutendem Gewichtverlust noch vollkommener. Man bemerkt aus diesem Grunde während des Abtreibens des Schwefels, wenn dieser auch völlig vom glühenden Kupfer zurückgehalten wird, einen starken Geruch nach Holzsäure; Kohlensäure und Kohlenoxyd entweichen neben Wasser und andern Stoffen.

Digitized by Google

Faulbaumholzkohle, welche 28 Procent Ertrag bei der Verkohlung gegeben hatte, wurde in einer Wasserstoffatmosphäre, nachdem sie völlig ausgetrocknet war, heftig geglüht und dabei folgende Resultate gefunden:

15) 1,764 Grm. Kohle verloren 0,204 Grm. = 11,5 Procent.

Eine andere Menge derselben, gleichfalls sorgfältig getrockneten, Kohle wurde eine Stunde lang heftig geglüht.

16) 3,236 Grm. Kohle verloren 0,479 Grm. = 14,7 Procent.

Weiter konnte der Verlust nur durch eine außerordentlich anhaltende Hitze und starkes Kohlenfeuer getrieben werden.

Diese Zersetzung der Kohle zu vermeiden, ist außerordentlich schwer, namentlich da man leicht den entgegengesetzten Fehler begehen kann, Schwefel bei der Kohle durch zu schwaches Glühen zurückzuhalten.

17) Ueberschuß der Röhre nach langem, aber schwachem Glühen 1,459 Grm.

Davon Schwefel 0,666 Grm.
„ Kohle 0,793 „
S : C = 100 : 119.

Bei einem zweiten Versuche wurde die Kohle so heftig geglüht, als die Hitze der Berzelius'schen Lampe es gestattete.

18) Gewichtsüberschuß nach dem Glühen 0,737 Grammen.

Davon Schwefel 0,3525 Grm.
„ Kohle 0,3845 „
Verhältniß des S : C = 100 : 109.

Durch das Glühen ist die Kohle hier wesentlich zersetzt worden, so daß man wohl einen Verlust von $\frac{1}{10}$ der ganzen Menge annehmen darf (Vers. 15, 16); dadurch würde das Verhältniß auf 100 : 120 etwa kommen.

Digitized by Google

Bei Anwendung dieſer Methode wird es immer rathſam ſeyn, die Kohle ſtark zu glühen, um gewiß allen Schwefel zu entfernen, und ſodann für die Kohle $\frac{1}{10}$ der gefundenen Menge hinzuzunehmen.

Man kann die Menge der Kohle auf die Weiſe beſtimmen, daß man die in der Deplacirungsröhre nach dem Ausziehen des Salpeters zurückgebliebene Maſſe trocknet und die Kohle im Waſſerſtoffſtrom glüht. Dabei tritt jedoch derſelbe Umſtand ein, daß die Kohle ſtärker zu erhitzen iſt, als ſie ohne weitere Zerſetzung verträgt, daher auch hier von der gefundenen Menge $\frac{1}{10}$ etwa noch hinzugerechnet werden muß.

19) 5,780 trockenes Pulver (An. 6) gaben 0,560 Grm. ſtark geglühte Kohle = 9,6 Procent; rechnet man dieſes Zehntel hinzu, ſo ergeben ſich 10,56 Procent, eine Zahl, die mit den übrigen Verſuchen ſtimmt.

Anſtatt die Kohle durch Abdeſtilliren von dem Schwefel zu befreien und ſie dadurch einer weſentlichen Zerſetzung zu unterwerfen, hat man geſucht, den Schwefel durch Auflöſungsmittel fortzuſchaffen. Man hat ſich hierzu namentlich des ſchwefligſauren Natrons, Schwefelkaliums und des Schwefelammoniums bedient; zu demſelben Zwecke wurde der Schwefelkohlenſtoff angewendet.

Sind die Extractionsmittel Salze mit fixen Baſen, ſo iſt es nicht unmöglich, daß ein Theil derſelben von der Kohle hartnäckig zurückgehalten werde, wodurch die Menge derſelben natürlich zu groß ausfallen muß. Hat man daher die Kohle ſo lange ausgewaſchen, daß ſie nichts Auflösliches mehr abgiebt, ſo trocknet man ſie, am Beſten im Vacuum, bei 100°, bei welcher Temperatur auch das Filter getrocknet ſeyn mußte, beſtimmt ihr Gewicht und verbrennt einen Theil derſelben. Sie darf dann keinen Rückſtand hinterlaſſen, der mehr als 5 — 6

Procent betrüge. Der andere Theil wird in einer, an einer Seite zugeschmolzenen Röhre erhitzt, es darf kein Schwefel sublimiren.

Der Schwefelkohlenstoff kann leicht angewendet werden und erlaubt eine genaue Bestimmung der Kohle, namentlich, wenn man das in der Extractionsröhre mit Wasser erschöpfte Pulver zunächst mit absolutem Alkohol in der Röhre übergießt, daß das Wasser verdrängt wird, darauf Schwefelkohlenstoff*) gießt, bis derselbe beim Verdampfen keinen Schwefel mehr hinterläßt, und den Schwefelkohlenstoff durch Alkohol auswäscht. Man thut noch besser, den Schwefelkohlenstoff gemischt mit absolutem Alkohol anzuwenden und die Extractionsröhre in einen Trichter zu stecken, welcher mit warmem Wasser gefüllt ist. Die Röhre geht durch den Schnabel des Trichters, mittelst eines Korks luftdicht eingesetzt. Ist die Kohle ausgewaschen, so leitet man durch die Röhre mittelst des Aspirators einen trockenen Luftstrom, während die Röhre selbst sich im Luftbade bei 120° befindet. Dadurch wird die Kohle bald vollkommen getrocknet und kann genau gewogen werden, natürlich indem man die Röhre sorgfältig verschlossen hält.

20) 5,549 Grm. trockenes Pulver (An. 4) hinterließen auf diese Weise 0,610 Grm. Kohle = 10,99 Procent Kohle.

Ein kleiner Verlust muß auch bei diesem Verfahren eintreten, nämlich durch das Auswaschen der Kohle, sowohl durch Wasser, als namentlich durch Alkohol.

Schon bei der Erschöpfung des Pulvers durch Wasser findet man die Flüssigkeit nicht farblos ab-

*) Den Schwefelkohlenstoff rectificirt man vor der Anwendung über Bleioxyd.

fließend. Sie ist schwach gelblich gefärbt durch die Substanzen, welche die Kohle noch einschließt und welche auch durch die Hitze zerstört werden. Diese Stoffe, wenn sie nicht durch Wasser vollständig ausziehbar sind, werden jetzt durch den Alkohol fortgeführt. Kocht man Alkohol mit namentlich schwach gebrannter Kohle (28 Procent), so trübt sich die Flüssigkeit bei'm Erkalten, bei Zusatz von Wasser fallen weiße Flocken nieder. Es werden also Stoffe abgeschieden, welche zu der Zusammensetzung der Kohle gehörten; ihr Gewicht fällt daher jedenfalls zu gering aus.

Die Versuche, anstatt des Schwefelkohlenstoffes die obenerwähnten Lösungsmittel zu benutzen, haben nicht gute Resultate gegeben. Als das schwefligsaure Natron länger als 3 Stunden auf das Gemenge von Schwefel und Kohle in der Siedehitze eingewirkt hatte, so war die Kohle noch nicht von Schwefel erschöpft. Nichts Anderes war die Einwirkung des Schwefelkaliums. Besser gelang es mit dem Schwefelammonium, welches außerdem als nicht fixe Basis haltende Substanz den Vorzug verdienen möchte, eben so wie das schwefligsaure Ammoniak. Alle diese Mittel müssen sehr lange einwirken und sind dennoch zuweilen nicht erschöpfend; außerdem hat man die Besorgniß bei einigen, daß die Kohle von den nicht flüchtigen Stoffen zurückhält.

Die Menge der Asche der Kohle zu bestimmen, gelingt nicht mehr, da die löslichen Antheile derselben natürlich ausgezogen sind; man kann aber durch Verbrennung der Kohle finden, ob das Pulver eine gewisse Menge sandiger Beimischungen enthält. Nicht so sicher findet man diese durch Schlämmen des Pulvers. Man kocht dasselbe, damit die Körner zerstört werden, und schlämmt die suspendirte Kohle

von dem Rückstande, der schwerer ist, ab, sammelt diesen auf einem Filter und untersucht ihn, namentlich, ob Beimengungen von Broncetheilchen darin enthalten sind. Durch Lösung in Salpetersäure findet sich das Kupfer sogleich. Meist sind diese Rückstände nur Sand, welcher bei'm Trocknen des Pulvers hineinfällt.

21) 100 Grm. Pulver, auf diese Weise geschlämmt, gaben einen Rückstand von 0,148 Grm. Sand, eine Zahl, die etwas zu gering seyn muß.

Verbrennt man die Kohle, nach dem Ausziehen des Salpeters und dem Abdestilliren des Schwefels, so erhält man eine nicht unbedeutende Menge Asche, welche die sandigen Beimischungen einschließt und die Verunreinigungen des Schwefels enthält. Aus der Menge der angewendeten Kohle kann man die des Pulvers berechnen, wenn man diese nicht vorher bestimmt hat. Für die Kohle kann man durchschnittlich 1 Procent Asche nehmen, der Rest würde auf Sand und Verunreinigungen des Schwefels kommen.

22) 2,3 Grm. Kohle (oder 21 Grm. Pulver) gaben einen Rückstand von 0,120 Grm. Davon kommen auf die Kohle etwa 0,020 Grm. Asche, auf Sand 0,030 Grm., so daß der Schwefel (1,94 Grm.) 0,07 Grm. fremde Beimischungen haben würde, also über 3 Procent. Dies ist jedenfalls zu viel und man muß den größten Theil für Sand rechnen. Bei'm Schlämmen der Asche wurden auch 0,085 Grm. Sand gefunden, so daß auf den Schwefel etwa 0,015 Grm. Verunreinigungen kommen könnten.

Die angeführten Analysen mit einander verglichen, geben folgende Resultate:

	1.	2.
1) Wassergehalt des Pulvers	1,13 Proc.	1,10 Proc.
2) Salpetergehalt des trockenen Pulvers:		

Digitized by Google

3.	4.	5.	6.	8.	9.
79,06 Proc.	79,29	79,12	79,07	79,30	79,20

3) Schwefelgehalt des Pulvers:

10.	11.	12.	13.	14.
9,82 Proc.	9,52	9,76	9,72	9,84

4) Kohlengehalt des Pulvers:

19 *).	20.
10,56 Proc.	10,99

5) Verhältniß des Schwefels zur Kohle:

17.	18.
100 : 119	100 : 120

6) Fremde Beimengungen, Asche u. s. w.

22.
0,57 Proc.

Mittel aus allen Analysen

Salpeter 79,16 **)
Schwefel 9,72
Kohle 10,99 Kohle durch Verlust 11,12.
99,87

Verhältniß des Schwefels zur Kohle = 100 : 112. Aus dem Verlust 100 : 114.

Oder wenn man die Asche mit berücksichtigt und der Kohle 1 Proc. Asche zuschreibt, so erhält man (die Kohle aus dem Verlust):

Salpeter	79,16
Schwefel	9,72
Kohle	10,65
Verunreinigung	0,47

*) Corrigirtes Resultat, doch ungenau.

**) Diese Zusammensetzung stimmt nahe mit der des französischen Jagdpulvers überein:

Salpeter 78
Schwefel 10
Kohle 12

(Dumas, Traité de Chimie app. aux arts, II. 776).

Digitized by Google

Unter allen Methoden scheinen den Vorzug zu verdienen wegen Sicherheit und Schnelligkeit: Die Salpeterbestimmung mittelst des Deplacirungs-Apparates oder mittelst der Stickstoffbestimmung*), die Schwefelbestimmung durch das Glühen des Pulvers mit dem Gemenge des kohlensauren und des salpetersauren Baryts, oder durch Behandlung mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali. Die Kohle wird durch den Verlust bestimmt. Zieht man die directe Bestimmung vor, so wendet man den Schwefelkohlenstoff an, was jedoch langwieriger und weniger sicher ist.

Hat man auf diese Weise die Zusammensetzung des Pulvers erfahren, so ist damit noch nicht genau der Pulversatz gegeben, wie man ihn zur Bereitung des Pulvers anwendet. Hat man durch die chemische Analyse die Zusammensetzung eines Glases gefunden, die einer Metalllegierung, so ist damit noch nicht das Verhältniß gegeben, welches angewendet werden muß, um jene Verbindungen hervorzubringen. Ebenso bei dem Pulver! Während des Mengens und der weitern Verarbeitung verstäuben die einzelnen Bestandtheile. Am meisten geht die Kohle verloren, am wenigsten der Salpeter. In welchem Maße dies stattfindet, kann natürlich nur jeder Pulverfabricant bei seinen eigenen Apparaten durch Versuche erfahren. Es genügt hier, darauf hingewiesen zu haben.

---

*) Fürchtet man, daß man durch Wasser nicht die ganze im Pulver enthaltene Salpetermenge auslaugen kann, so hat man die Bestimmung des gasförmigen Stickstoffes vorzuziehen.

Digitized by Google

Noch haben wir zu beobachten, wie die Beschaffenheit der zu dem Pulver verwendeten Materialien war, und wie dies aus dem fertigen Pulver zu beurtheilen sey? Ob und welche fremde Beimengungen das Pulver enthielt? Ob der Salpeter rein sey? Ob der Schwefel keine Verunreinigungen enthalte? und endlich, diese Frage ist besonders wichtig, welchen Verkohlungsgrad die angewendete Pulverkohle besitze?

1) Salpeter und dessen Beimengungen. — Die Reinheit des Salpeters wird in der ausgelaugten Flüssigkeit auf die Weise geprüft, daß man diese bis zur Trockne eindampft, wieder auflöst und filtrirt, um die aus der Kohle abgeschiedenen Substanzen dadurch von der Lösung zu trennen. Mit Salpetersäure angesäuert, prüft man die Lösung durch salpetersaures Silberoxyd und salpetersaure Baryterde auf Chlor und schwefelsaure Verbindungen. War Chlor darin enthalten, und vermuthet man noch außerdem chlorsaure Salze, so dampft man einen zweiten Auszug bis zur Trockne ein, glüht ihn, bis die Salzmasse ruhig fließt, löst ihn in Wasser, säuert ihn durch Salpetersäure an, wobei salpetrige Säure entweicht, und fällt die Lösung durch salpetersaures Silberoxyd.

Ist die Menge des Chlorsilbers größer, als die bei'm ersten Versuche gefundene, so enthielt das Pulver chlorsaure Salze (chlorsaures Kali). Aus der Differenz findet man die Menge. 100 Th. Chlorsilber entsprechen 85,495 Th. chlorsaurem Kali.

Um eine Beimengung von Knallquecksilber zu entdecken, kann man nach Ure's Vorschrift verfahren *). Das Pulver wird mit Wasser und etwas

*) Erdmann's Journ. für techn. und ökonom. Chemie, Bd. IX, S. 258.

Digitized by Google

Chlorwasserstoffsäure digerirt und die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff geprüft. Ein entstehender Niederschlag, der durch etwa aufgelöst'te Broncetheilchen erzeugt seyn könnte, muß auf die bekannte Weise auf die Gegenwart des Quecksilbers geprüft werden.

2) Schwefel. — Die Untersuchung des Schwefels beschränkt sich auf die Prüfung eines etwaigen Arsenikgehalts und auf die erdigen Beimengungen; von den letzteren ist schon oben bei der Aschenbestimmung der Kohle gesprochen worden (An. 22). Ist der Arsenik in höchst geringer Spur vorhanden, so kann er vernachlässigt werden; es reicht zu seiner Entdeckung vollständig aus, wenn man das Gemenge von Kohle und Schwefel in der Extractionsröhre mit Ammoniak auszieht, die Flüssigkeit eindampft, ein Wenig Ammoniak und sodann Säure hinzusetzt. Eine sehr geringe Menge Arsenik giebt sich durch den gelben Niederschlag zu erkennen, den man ferner auf Arsenik nach bekannten Methoden zu prüfen hat. Früher wurde von einigen Fabricanten Schwefelantimon dem Pulver zugesetzt, welche Beimischung auch in einer bedeutenden Artillerie vorschriftsmäßig geschah; jetzt ist die Vorschrift aufgehoben; sollte man diesen Zusatz vermuthen, so wird man ihn leicht durch Auskochen mit Königswasser und Prüfung auf die bekannte Weise auffinden.

3) Kohle. — Der wichtigste hier anzustellende Untersuchung ist die über die Zusammensetzung der Kohle. Diese ist verschieden zusammengesetzt nach dem Grade der Verkohlung, und diesen Grad zu erfahren, kann man die Zusammensetzung des Verkohlungsproducts benutzen. In einer besonderen Untersuchung über die Zusammensetzung der Kohle nach ihren verschiedenen Verkohlungsgraden läßt sich zeigen, wie sehr bedeutend die Differenzen in dieser Beziehung seyn können, und wie man in der That aus der Zusammensetzung den Verkohlungsgrad bestimmen kann.

Digitized by Google

Die Kohle darf für diese Bestimmung nicht von dem Schwefel befreit werden, weil alle Auflösungsmittel desselben auch aus der Kohle mehr oder weniger Stoffe ausziehen. Schon bei dem Auslaugen des Salpeters werden einige Substanzen aus der Kohle fortgeschafft, ein Uebelstand, der sich nicht vermeiden läßt, aber nicht vergrößert werden darf. — Das Gemenge von Schwefel und Kohle wird unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet, bis es nichts mehr innerhalb 24 Stunden an Gewicht abnimmt. Auf die von Erdmann und Hrn. Werther*) angegebene Weise wird die Verbrennung der Kohle (mit Schwefel gemengt) vorgenommen. Das Gemenge wird aus dem Tiegel in die Verbrennungsröhre in einen möglichst weiten Trichter geschüttet, und frisch ausgeglühtes Kupferoxyd, welches über Schwefelsäure oder in einer verschlossenen Röhre erkaltet ist, darauf geschüttet und mit dem Draht-Korkzieher innig gemengt.

Zwischen den Chlorcalcium- und den Kaliapparat muß ein Bleisuperoxydrohr, welches sorgfältig ausgetrocknet ist, gelegt werden. War die Temperatur nicht zu hoch bei der Verbrennung, so entweicht keine schweflige Säure. Jedenfalls wird sie durch das Bleisuperoxyd zurückgehalten.

23) 1,658 Grm. des trockenen Gemenges von Kohle und Schwefel gaben 2,7235 Grm. Kohlensäure und 0,1813 Wasser.

Auf die 20,84 Proc. Rückstand kommen 10,65 Th. Kohle, daher auf 1,658 Grm. 0,8473. Davon gehen 0,0083 Grm. als Asche der Kohle ab, es bleiben also 0,839 Grm. Kohle. Diese enthielten nach der Analyse 0,74274 Grm. C und 0,02014 Grm. H, also 88,52 Proc. C und 2,40 Proc H.

*) S. Dingl. Journ., Bd. XXVII, S. 129.

Diese Bestimmung der Zusammensetzung der Kohle ist von ganz besonderer Wichtigkeit, und es ist daher wichtig, diese Analyse mit ganz besonderer Genauigkeit auszuführen. Wenn sie gleich noch, aus den angeführten Gründen, ein nicht ganz scharfes Resultat geben kann, so wird man sie doch durch das angegebene Verfahren so viel, als möglich, der Wahrheit nähern.

Schließlich muß noch einer Abhandlung von dem Königl. Würtembergischen Obrist-Lieutenant L. v. Brekthaupt, welche in Dingler's polytechn. Journal, Bd. XCIII, S. 342 (1844) erschienen ist, erwähnt werden „Betrachtungen über die Kraft und die chemische Natur des Schießpulvers."

Wenn Dr. Werther mit den Ansichten des Verfassers, welcher von absolut electrochemischen Voraussetzungen auszugehen meint und in dem Schießpulver eine durch electrische und chemische Affinität gebundene homogene Masse erblickt, abgesehen von den ferneren Schlüssen, sich im Allgemeinen nicht wohl einverstanden erklären kann, so kann er am Allerwenigsten die vorgeschriebene Methode, das Mischungsverhältniß des Pulvers zu prüfen, für angemessen erachten. Das Verfahren der chemischen Analyse, sagt der Verf., ist für den Artilleristen nicht practisch; er schlägt daher die Bestimmung des specifischen Gewichts vor. Auf welche Weise dies genommen werden soll, ist nicht angegeben, es ist nur gesagt, man solle Knirschpulver (zerriebenes Pulver) benutzen. Wie stark man dieses in das Gefäß einpressen soll, ist gleichfalls nicht gesagt; dennoch berechnet der Verf., mit großer Uebereinstimmung mit dem Versuch, der 1,167 gab, für geknirschtes Musketenpulver 1,168, indem er die Zusammensetzung zu 77,25 Salpeter, 8,25 Schwefel, 14,50 Kohle annimmt und für den Salpeter das specifische Gewicht 1,9, für den Schwe-

fel 1,8 und für die Kohle 0,36 annimmt *). Das spec. Gewicht des Salpeters ist 2,0 bis 2,1 **), das des Schwefels ist 2,07. Das der gepülverten Kohle findet man zu 0,36, kann es aber durch Zusammenpressen natürlich höher hinaufbringen. — Wenn man nun auch annähme, daß das Verfahren von v. Breithaupt möglicher Weise das richtige spec. Gewicht ergeben könnte, was durchaus nicht der Fall ist, so läßt sich nicht wohl einsehen, mit Hülfe welcher Formel man aus der einen bekannten Große 1,167 die drei unbekannten x 2,1, y 2,8, z 0,36 berechnen kann.

Wenn man die Zusammensetzung des Pulvers erfahren will, so wird man die Analyse nicht entbehren können, und wenn diese auch nicht für jeden Artilleristen practisch seyn kann, so wird eine jede Artillerie gebildete Officiere besitzen, welche im Stande seyn werden, diese einfache Untersuchung mit Sicherheit auszuführen.

*) Die Uebereinstimmung der Rechnung mit dem Versuche muß auf einem Rechnungsfehler beruhen, denn nach Br.'s Zahlen würde sich das berechnete spec. Gewicht = 1,66 ergeben.

**) Kopp setzt 2,0, Karsten fand 2,1.

Dritter Abschnitt.

Die Bereitung der Schießbaumwolle und Schießheede.

Geschichtliches. — Seit vielen Jahren hat keine Erfindung ein so ungetheiltes und allgemeines Interesse hervorgerufen, als die Erfindung der Schießbaumwolle durch den Professor Dr. Schönbein*) zu Basel. Die erste Nachricht von dieser Erfindung durchflog von Süd nach Nord ganz Deutschland, wie ein Blitz aus reinem Himmel. Kein Zweifel wurde laut, denn die Resultate der Versuche, welche Schönbein am 27. Mai 1846 in der Sitzung der naturforschenden Versammlung zu Basel angestellt hatte, erhielten durch diese Gesellschaft selbst, durch den Ort, wo sie zuerst an die Oeffentlichkeit traten, ihre vollste Beglaubigung und stellten die Gewißheit der

*) Professor Dr. Schönbein zu Basel ist ein Deutscher, aus Metzingen in der Nähe von Reutlingen in Würtemberg gebürtig.

Digitized by Google

Erfindung außer allem Zweifel. Die Spannung aber, in welche jene Nachricht Alles versetzte, mußte sich um so mehr steigern, als die Erfindung selbst in dem dichtesten Schleier verhüllt blieb und jene Resultate alle Erwartung und jede bestimmte Vorstellung von der Erfindung eines neuen, für Schießwaffen anwendbaren Explosionsmittels weit übertrafen. Kein Wunder, daß unter der Menge der bedeutenden Chemiker Deutschlands die scharfsinnigsten Köpfe sich angeregt fühlten und veranlaßt fanden, mit allen ihnen zu Gebote stehenden Mitteln darnach zu streben, an der Ehre dieser Erfindung im Dienste der Wissenschaft als Miterfinder Theil zu nehmen; lag doch eben für sie, wie für Jedermann, in der Veröffentlichung jener Erfindungsresultate eine offene, wenngleich indirecte Aufforderung, sich diese Aufgabe zu stellen. Wie glänzend diese Aufgabe gelöst wurde, ist bekannt. Zum Ruhme des deutschen Namens und zur Ehre deutscher Wissenschaftlichkeit darf es gesagt werden, daß innerhalb der ersten fünf Monate, während welcher das Schönbein'sche Geheimniß unenthüllt blieb, die Kunst, Schießbaumwolle darzustellen, in Deutschland zum dritten Male erfunden wurde.

Schon im August d. J. begründete Professor Dr. Böttger*) in Frankfurt seinen Anspruch auf die Miterfindung jenes Explosionspräparats so genügend, daß in Folge dessen nach öffentlichen Nachrichten zwischen den beiden erstern Erfindern eine Vereinbarung zu Stande kam, nach welcher sie die Ver-

*) Professor Böttger stellte mit der von ihm erfundenen Schießbaumwolle am 8. August in der Versammlung des physikalischen Vereins zu Frankfurt die ersten öffentlich gewordenen Versuche an.

werthung der Erfindung durch Erlangung von Patenten oder von Prämien für die Enthüllung des Geheimnisses oder für die Mittheilung der Methode der Bereitung oder Fabrication jenes Explosionsmittels zum gemeinschaftlichen Vortheile betreiben wollten. In Folge ihrer Bemühungen wurde ihnen, bevor noch ein neuer Concurrent auftrat, am 1. Oct. d. J. vom deutschen Bunde unter bis jetzt noch unbekannt gebliebenen Bedingungen die Zusicherung einer Prämie von 100,000 Gulden ertheilt, während die Lüftung des über die Erfindung ausgebreiteten Schleiers schon nahe bevorstand. Denn schon am 5. October veröffentlichte Professor Otto in Braunschweig, als dritter Erfinder der Schießbaumwolle, die von ihm, vollkommen unabhängig von Schönbein und Böttger, erfundene Methode zur Darstellung derselben und warf damit in die Tiefe des Geheimnisses ein Licht, das alle Arbeitskräfte in den Laboratorien deutscher Lehranstalten und Apotheken wach rief und Hunderte und abermal Hunderte von Freunden der Wissenschaft in eine freudige Bewegung versetzte, Chemiker von Fach und Laien, welche mit sehnsuchtsvollem Verlangen diesem Lichte entgegengeharrt hatten *).

An vielen Orten sind unter Anwendung der Otto'schen Methode die befriedigendsten und genügendsten Resultate in der Darstellung der Schießbaumwolle gewonnen worden; an anderen ist dieses nicht der Fall gewesen. Letzteres hatte offenbar nur darin seinen Grund, daß die bei der Bereitung der Schieß-

*) Wegen dieser Veröffentlichung hat Prof. Otto von verschiedenen Seiten her aus dem Verstecke der Anonymität heraus bedauernswerthe Angriffe erfahren müssen.

baumwolle nach der Otto'schen Methode zu beobachtenden Bedingungen nicht überall erfüllt wurden, sey es, daß entweder die vorgeschriebenen Operationen nicht überall mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt wurden, oder, daß die von Otto beschriebene Salpetersäure nicht überall von dem erforderlichen Concentrationsgrad angewandt wurde, weil sie im Handel nicht vorhanden und ihre Darstellung in kleinern Laboratorien, die darauf nicht besonders eingerichtet sind, mit oft nicht geringen Schwierigkeiten verbunden ist. Solche entweder gänzlich fehlgeschlagene Versuche, oder nicht genügende Resultate waren es ohne allen Zweifel, welche an sehr entlegenen Orten fast gleichzeitig mehrere Chemiker veranlaßten, das Verfahren Otto's bei der Darstellung der von ihm als Agens erkannten concentr. rauchenden Salpetersäure aus 10 Theilen trockenen Salpeters und 6 Theilen Vitriolöls aufzugeben und eine andere Methode bei der Darstellung jener wasserfreieren Modification der Salpetersäure zu verfolgen. Von bereits erfahrungsmäßigen, wissenschaftlich festgestellten Prinzipien geleitet, mischten sie zu rother rauchender Salpetersäure entweder Nordhäuser Vitriolöl oder concentr. englische Schwefelsäure. In einer solchen Mischung mußte jene Modification der Salpetersäure, oder die von Otto angegebene Säure von dem erforderlichen Concentrationsgrade, dadurch gebildet werden, daß der rauchenden Salpetersäure ein Theil ihres Wassers durch das Nordhäuser Vitriolöl oder die concentr. englische Schwefelsäure entzogen wurde. Es stand nur noch dabei in Frage, ob die so dargestellte Säure bei der Anwesenheit der Schwefelsäure in der Mischung von derselben Wirkung seyn werde, wie im reineren oder freieren Zustande. Es kam auf den Versuch an und dieser bejahete die Frage auf eine höchst überraschende Weise. Unter Anwendung dieser

Säuremischung wurde durch die darin enthaltene, den Umbildungsproceß bewirkende Säure ein Product gebildet, dessen explosive Wirkung so erstaunlich war, daß man sich berechtigt glauben durfte, daran zu zweifeln, daß auf anderem Wege ein Präparat von größerer Explosionsfähigkeit aus der rohen Baumwolle werde dargestellt werden können. Durch die Anwendung dieser Säuremischung statt der von Otto angegebenen Säure im reineren Zustande wurde die Wohlfeilheit des explosiven Präparates zugleich wesentlich befördert, denn abgesehen von der kostspieligen Darstellung der aus 10 Th. Salpeter und 6 Th. Vitriolöl bereiteten Modification der Salpetersäure, ergab sich, daß bei der Anwendung jener Säuremischung nicht nur größere Quantitäten roher Baumwolle umgewandelt werden konnten, als durch eine dem Gehalte der Mischung entsprechende Menge reiner Säure, sondern, daß auch die Operation des Auflockerns des explosiven Präparats vor dem Trocknen bei der Darstellung desselben wesentlich erleichtert wurde. Die Methode der Bereitung der explodirenden Baumwolle war somit durch die Anwendung jener Säuremischung ihrer Vollendung auf eine rasche Weise entgegengeführt. Jene Männer, welche sie zuerst anwandten, verdienen daher als Ausbildner der von Otto angegebenen Methode in der Geschichte der Erfindung der explodirenden Baumwolle eine ehrenvolle Erwähnung. Sie eben waren es, durch welche Otto's Absicht bei der Veröffentlichung seiner Erfindung, die Resultate derselben so schnell, als zu wünschen sey, zur höchsten Stufe der Vollkommenheit gebracht zu sehen, auf eine höchst ausgezeichnete Weise erreicht wurde.

Allgemeines. — Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen läßt sich nicht ohne Grund erwarten und annehmen, daß alle Pflanzenstoffe, welche in

ihrer chemischen Zusammensetzung darin mit der der Baumwolle übereinstimmen, daß neben dem Gehalte an Kohlenstoff in ihnen der Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse vorhanden sind, in welchem sie Wasser bilden, zur Darstellung explosiver Präparate von größerer oder geringerer Güte werden verarbeitet werden können. Zur Bezeichnung dieser ganzen Reihe von Explosionsmitteln hat Kindt den Collectivnamen Schießfaser vorgeschlagen. Dieser Name ist als solcher durchaus passend. Wir behalten ihn daher bei, während wir die einzelnen Arten der Schießfaser nach der Art des darin vorhandenen Rohstoffes, wie es bisher zum Theil schon geschehen und dem Sprachgebrauche durchaus gemäß ist, mit dem Namen Schießbaumwolle, Schießheede, Schießholz, Schießwollgras u. s. w. bezeichnen. Die Güte dieser verschiedenen Arten Schießfaser wird durch folgende vier Dinge wesentlich bedingt seyn, nämlich 1) durch die relative Menge, durch die Temperatur und die Beschaffenheit der Gasarten, welche bei ihrer Explosion sich bilden; 2) durch den Grad ihrer Entzündlichkeit oder durch ihre Explosionsfähigkeit; 3) durch die Größe und die Natur des Rückstandes nach der Explosion, welcher bei der einen oder andern Art Schießfaser nicht gänzlich zu vermeiden seyn wird, und endlich 4) durch die Reinheit der Materialien, welche bei der Darstellung derselben verwandt werden.

Welche Schießfaser für die technische Anwendung, welche dieselbe in nächster oder entfernterer Zeit ohne allen Zweifel finden wird, die vortheilhafteste sein wird, kann zur Zeit freilich mit Sicherheit noch nicht entschieden werden; es steht nach den bis jetzt angestellten und veröffentlichten Versuchen jedoch nicht zu bezweifeln, daß die Schießbaumwolle sich in dieser Hinsicht vor allen übrigen ebenso sehr auszeich-

Digitized by Google

nen werde, wie die rohe Baumwolle jede andere Rohfaser an natürlicher Reinheit und an Feinheit in der Textur übertrifft. Für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht ferner der nicht unwichtige Umstand, daß man wohl mit Recht annehmen darf, daß Schönbein und Böttger, bevor sie sich anheischig gemacht, die Anwendbarkeit der Schießbaumwolle für Zwecke des praktischen Lebens darzuthun, auch über die Anwendbarkeit der übrigen Pflanzenfaserarten von der Zusammensetzung der Baumwolle schon die entscheidendsten Untersuchungen angestellt, aber keine günstigen Resultate erhalten haben werden.

Unter den verschiedenen Pflanzenstoffen, welche behufs ihrer Umbildung in explosive Präparate von Osterbind*) in dem Laboratorium der höheren Bürgerschule zu Oldenburg nach der Otto'schen Methode unter Anwendung der Säuremischung behandelt worden, scheint nur die Heede, der Abfall bei der letzten Bearbeitung des Flachses mittelst des Rippelns und Hechelns, eine Schießfaser (Schießheede) zu liefern, welche hinsichtlich der Wohlfeilheit der Schießbaumwolle eben nicht nachsteht, hinsichtlich der explosiven Wirkung ihr aber keineswegs ganz gleich kommt.

Wir beschränken uns daher in dem Folgenden auf eine Anweisung zur Bereitung der Schießfaser aus Baumwolle und Heede.

Die Materialien. — Die Materialien, deren man zu der Darstellung der Schießbaumwolle und

*) Man vergleiche das treffliche Schriftchen: Anweisung zur sichern und leichten Bereitung der Schießbaumwolle und Schießheede nach der Otto'schen Methode ꝛc., von J. B. Osterbind, Oberlehrer an der höheren Bürgerschule zu Oldenburg. Oldenburg 1847, bei G. Stalling, welchem Büchlein wir diese Bemerkungen entnehmen.

Digitized by Google

Schießheede nach der Otto'schen Methode unter Anwendung der Säuremischung bedarf, sind:

1) Die rohe Baumwolle und die rohe Heede,
2) rauchende Salpetersäure von höherer oder geringerer Concentration, oder käufliche Salpetersäure von 1,42 bis zu 1,33 specif. Gewichts, starkes doppeltes Scheidewasser, herab und
3) Nordhäuser Vitriolöl oder concentrirte englische Schwefelsäure.

Die Rohfaser. — Die Baumwolle ist überall im Handel in einem Zustande zu beziehen, in welchem sie meistens ohne weitere Bearbeitung zu der Bereitung einer Schießbaumwolle von vorzüglicher Qualität verwandt werden kann. In ihrer Wahl braucht man nicht ängstlich zu seyn, nur hat man darauf zu sehen, daß sie von Knoten und von den Ueberresten der Fruchtkapseln möglichst frei sey, weil jene bei'm Entsäuren, selbst bei Anwendung chemischer Entsäurungsmittel, die Säuren mit großer Hartnäckigkeit an sich halten und diese nicht minder, als jene, bei'm Explodiren oder Verpuffen einen sauer reagirenden Rückstand hinterlassen, der die Güte des Präparats beeinträchtigt.

Zur Bereitung der Schießheede wählt man am Zweckmäßigsten die besseren Heedesorten, d. h. diejenigen, welche bei der letzten Behandlung des Flachses, bei der Vorbereitung desselben zum Spinnen zurückbleiben. Durch Kratzen mittelst gewöhnlicher Wollkratzen, nur müssen dieselben stark oder fest genug seyn, kann die Heede von den darin vorhandenen Holzschäben und durch Ausschütteln und Schwingen vom eingehüllten Staube hinlänglich gereinigt werden.

Baumwolle und Heede ziehen, als hygroscopisch wirkende Substanzen, eine beträchtliche Menge Wasser

Digitized by Google

aus der atmosphärischen Luft an.*) Dieses Wasser kann in keiner Weise die Umbildung dieser Rohstoffe in Schießfaser befördern; es bringt vielmehr einen, wenn immerhin auch nur geringen, Verlust an wirkender Säure hervor. Es ist deshalb sehr zu empfehlen, die Baumwolle und Heede unmittelbar vor der Verarbeitung an einem möglichst trockenen Orte aufzubewahren.

Die Säuremischung. — Die Säuremischung besteht, wie schon oben angegeben ist, im Allgemeinen aus Salpetersäure und Schwefelsäure. Jene kann als rothe rauchende Salpetersäure von 1,42 und größerem spec. Gewichte, oder als starkes doppeltes Scheidewasser von mindestens 1,33 spec. Gewicht, — diese entweder als Nordhäuser Vitriolöl oder als concentrirte englische Schwefelsäure von 1,85 spec. Gewicht angewandt werden. In welchem Verhältnisse diese Säuren gemischt werden sollen, darüber sind von einander sehr abweichende Vorschläge gemacht worden, ohne daß es bis jetzt versucht worden wäre, das Mischungsverhältniß auf feste Prinzipien zurückzuführen. Daß dieses Verhältniß für die Praxis von Wichtigkeit ist, bedarf keines Beweises. Zur Bestimmung desselben wurden vier Versuchsreihen ausgeführt, in welchen 1 Theil rauchende Salpetersäure von 1,42 oder 1 Th. doppeltes Scheidewasser von 1,335 spec. Gewicht mit resp. $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{3}$ u. s. w. bis $\frac{9}{3} = 3$ Th. Nordhäuser Vitriolöl, oder mit resp. gleichen Theilen concentr. engl. Schwefelsäure vermischt wurden. Die unter Anwendung dieser verschiedenen Säuremischungen unter übrigens gleichen Umständen und bei gleicher Behandlung gewonnenen Präparate waren an

*) Die Baumwolle nimmt an feuchten Orten leicht 10 Procent ihres Gewichtes Wasser aus der atmosphärischen Luft auf.

Explosionsfähigkeit sehr ungleich, zeigten jedoch auf eine unverkennbare Weise in jeder Reihe, wie zu erwarten war, eine regelmäßige Zu- und Abnahme an Güte. Nachdem in jeder der vier Reihen die vollkommensten Präparate mit Sorgfalt ermittelt waren, wurden die Mischungsverhältnisse der Säuremischungen, welche zu der Darstellung derselben gedient hatten, notirt und demnächst einer weiteren Rechnung unterworfen. Aus dieser ergab sich zweierlei; zuerst, daß eine Säuremischung erst dann ein der Vollkommenheit sich näherndes Präparat zu liefern vermag, wenn der Salpetersäure das Nordhäuser Vitriolöl oder die concentrische englische Schwefelsäure in dem Verhältnisse zugesetzt wird, daß der Ersteren durch die Letzteren alles Wasser entzogen werden kann, ohne daß diese Letzteren mehr Wasser aufnehmen können, als sie zur Bildung des dritten Hydrats der Schwefelsäure*) bedürfen, und zweitens, daß durch einen um 20—25 Procent größeren Zusatz von Nordhäuser Vitriolöl oder concentrirter englischer Schwefelsäure zu der Salpetersäure die Güte des Präparats noch nicht beeinträchtigt wird.

Darnach ergaben sich für die Säuremischung folgende Mischungsverhältnisse:

A. Nach Gewichtstheilen.

1 rauchende Salpetersäure von 1,42 und 1,80 gutes Nordhäuser Vitriolöl,**)

1 rauchende Salpetersäure von 1,42 und 2,16 concentrirter englischer Schwefelsäure,

*) Eine Verbindung von 1 Atom Schwefelsäure mit 2 Atomen Wasser.

**) Das im Handel vorkommende Nordhäuser Vitriolöl ist von verschiedener Güte; gutes muß an 20 Procent wasserfreier Säure enthalten.

Digitized by Google

1 doppeltes Scheidewasser von 1,33 und 2,42 gutes Nordhäuser Vitriolöl,
1 doppeltes Scheidewasser von 1,33 und 2,80 concentrirter englischer Schwefelsäure.

B. Nach Maßtheilen.

1 rauchende Salpetersäure von 1,42 und 1,4 gutes Nordhäuser Vitriolöl,
1 rauchende Salpetersäure von 1,42 und 1,6 concentrirter englischer Schwefelsäure,
1 doppeltes Scheidewasser von 1,33 und 1,8 gutes Nordhäuser Vitriolöl,
1 doppeltes Scheidewasser von 1,33 und 2,0 concentrirter englischer Schwefelsäure.

C. Unter Berücksichtigung eines um 20 bis 25 Procent vergrößerten Zusatzes an Schwefelsäure, nach Maßtheilen.

1 rauchende Salpetersäure von 1,42 und 1,8 gutes Nordhäuser Vitriolöl,
1 rauchende Salpetersäure von 1,42 und 2,0 concentrirter englischer Schwefelsäure,
1 doppeltes Scheidewasser von 1,33 und 2,2 gutes Nordhäuser Vitriolöl,
1 doppeltes Scheidewasser von 1,33 und 2,4 concentrirter englischer Schwefelsäure.

In Uebereinstimmung mit diesen Verhältnissen erhält man ausgezeichnete Präparate, wenn man zu 3 Maßtheilen rauchender Salpetersäure 5 Maßtheile guten Nordhäuser Vitriolöls, oder zu 4 Maßtheilen rauchender Salpetersäure 7 Maßtheile concentrirter englischer Schwefelsäure mischt. In gleicher Weise liefert bei Anwendung der schwächern Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht, eine Säuremischung von 1 Maßtheile Salpetersäure mit 2 Maßtheilen Nordhäuser Vitriolöl, oder 2 — 2½ Maßtheilen concen-

Digitized by Google

trirter englischer Schwefelsäure ein sehr gutes, für das Schießgewehr anwendbares Präparat; doch scheint dieses dem unter Anwendung einer stärkeren Salpetersäure gewonnenen an Explosionsfähigkeit nicht durchaus gleich zu kommen, obwohl es bei'm Explodiren lebhaft aufblitzt und, wenn es mit Sorgfalt dargestellt ist, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, abbrennt.

Die Anwendung des Nordhäuser Vitriolöls statt der concentrirten englischen Schwefelsäure zu den Säuremischungen hat auf die Güte der darzustellenden Schießfaser keinen erweisbaren Einfluß. Der Preis des Nordhäuser Vitriolöls ist aber um das Dreifache höher, als der der concentrirten englischen Schwefelsäure, und aus diesem Grunde muß der Anwendung dieser Letzteren vor der des Nordhäuser Vitriolöls in den Säuremischungen unbedingt der Vorzug gegeben werden.

Bei der Bereitung der Säuremischung bedient man sich der Gefäße von Glas und Porcellan, weil Gefäße anderer Art entweder zu kostspielig sind, oder von der Säuremischung zu schnell angegriffen und zerstört werden. Am Zweckmäßigsten wählt man einen Kolben von weißem Glase mit langem Halse und von hinreichender Größe, bringt in denselben die Salpetersäure und setzt dieser die concentrirte englische Schwefelsäure in kleinen Quantitäten nach und nach zu. Bei diesem Geschäfte hat man nur darauf zu achten, daß die beiden Säuren sich vollständig mischen und daß die Wände des Gefäßes auch oberhalb des Gemisches, welches sich sehr stark erhitzt, durch Umschwingen des Gemisches im Innern des Kolbens allmälig und gleichmäßig erwärmt werden. Verfährt man bei der Bereitung der Säuremischung in dieser Weise, so werden die bei der Mischung sich bildenden sauren Dämpfe in dem Halse des Kolbens

Digitized by Google

zum größten Theile wieder condensirt. Man wird dadurch gegen die Belästigung, welche jene Dämpfe bei'm Einathmen verursachen, fast gänzlich gesichert und erreicht dadurch zugleich den Vortheil, daß der bei der Mischung durch die entweichenden Dämpfe herbeigeführte Verlust an der den Umbildungsproceß bewirkenden Säure möglichst vermindert wird.

Die Verwandlung der Rohfaser in Schießfaser. — Durch die Einwirkung der Säuremischung auf die Baumwolle oder Heede, gehen diese Rohstoffe in Schießbaumwolle oder Schießheede über. Das ist bis jetzt noch ein bloßer Erfahrungssatz; denn über den chemischen Proceß, durch welchen diese Umbildung bewirkt wird, giebt es, obwohl es an einer Menge von Hypothesen über denselben nicht fehlt, bis jetzt noch keine durch chemisch-analytische Untersuchungen begründete Erklärung.

Damit diese Umbildung vollendet werde, muß die in der Säuremischung enthaltene den Umbildungsproceß bedingende Säure eine bestimmte Zeit auf die rohe Baumwolle oder Heede einwirken. Zu dem Ende gießt man die Säuremischung, nachdem sie zuvor bis zu der Temperatur der atmosphärischen Luft vollends erkaltet ist, in Gefäße von Porcelan oder Glas und bringt hierauf die Baumwolle oder Heede in die Mischung so ein, daß sie von derselben vollkommen bedeckt und in allen ihren Theilen vollkommen durchdrungen wird. Bei der Darstellung kleiner Quantitäten bis zu 6 — 7 Loth kann man sich zum Einlegen der größeren Abdampfschalen von Porcelan oder der größeren Sorte Bechergläser bedienen; will man aber größere Quantitäten verarbeiten, so möchten sich dazu ganz besonders größere Glaskufen eignen, welche man sich verschaffen kann, indem man von den großen Flaschen, in denen die Salpeter-, die Schwefelsäure u. a. im Handel versandt werden, etwa

Digitized by Google

bis zu der Biegung des Bauches den Hals absprengt. Bevor man die Baumwolle oder Heede der Einwirkung der Mischung aussetzt, breitet man sie in zusammenhängenden Schichten von gleichmäßiger Dicke aus und legt hierauf die einzelnen Schichten, deren Größe sich nach dem Umfange des Gefäßes richten muß, nacheinander in die Säuremischung, indem man dafür sorgt, daß jede Schicht, bevor man eine andere einlegt, von der Säuremischung vollständig durchdrungen werde. Ob Letzteres geschehen, erkennt man theils an dem gleichartigen Ansehen der eingelegten Stoffe, theils auch daran, daß sie, nachdem die eingeschlossene Luft durch sanftes Zusammendrücken aus ihnen entfernt ist, nicht mehr in der Mischung in die Höhe steigen.

Bei diesem Verfahren erhitzt die Säuremischung sich nur sehr unbedeutend, und man ist dabei gegen eine Verkohlung der Baumwolle ebenso gesichert, wie gegen eine Verfilzung derselben. Sollte aber in einzelnen Fällen, wo man entweder zu rasch arbeitet, oder die eingelegte Baumwolle oder Heede zu stark zusammendrückt, oder wo diese Stoffe zu feucht in die Mischung gebracht werden, die Erhitzung der Masse sich auf eine Besorgniß erregende Weise steigern, so leistet ein Zusatz von kalter Säuremischung in der Regel gute Dienste; tritt aber ungeachtet dieses Zusatzes eine Zersetzung oder Verkohlung der eingelegten Stoffe ein, so ist die rasche Entfernung der obern Schichten das einzige Mittel, um die unteren Schichten zu retten.

Nach dem Einlegen werden die Gefäße, um das Entweichen der Dämpfe zu verhüten, mit Glasplatten bedeckt.

Der Umbildungsproceß beginnt in dem Augenblicke, wo die Baumwolle oder Heede mit der Säuremischung in Berührung kommt und ist bei Verar-

Digitized by Google

beitung kleiner Mengen nach Verlauf weniger Minuten beendet. Bei der Verarbeitung größerer Mengen ist es aber keineswegs zu empfehlen, die Dauer der Umbildungszeit auf ein Minimum weniger Minuten zu beschränken, weil in solchem Falle nicht selten ein Präparat zu Stande kommt, welches nicht genügt und deshalb zum zweiten Male in die Säuremischung gebracht werden muß, was doppelte Arbeit macht. Es ist vielmehr von Vortheil, die Dauer desselben zu verlängern, weil die Arbeit sich dadurch zweckmäßiger vertheilen läßt und man dabei die Gewißheit erlangt, ein überall gleichmäßigeres Präparat zu erhalten. Dieses ist der Fall, wenn man die Baumwolle oder Heede mindestens 20 — 60 Minuten lang der Einwirkung der Säuremischung überläßt. Ist Letztere nach den oben angegebenen Verhältnissen richtig bereitet, so erhält man aus der Baumwolle ein durchaus zufriedenstellendes und stets gleiches Präparat, mag man dieselbe eine Stunde, oder 4 — 6 Stunden, oder 12 — 16 Stunden mit der Säuremischung in Berührung lassen. Die Zeit, während welcher die Baumwolle oder Heede in der Säuremischung verbleibt, hat auf die Güte des Präparats keinen ersichtlichen Einfluß, dennoch aber ist davon abzurathen, sie über das angegebene Maß zu verlängern. Denn die Baumwolle, welche 4—8 oder 14 Tage von der Säuremischung bedeckt bleibt, zeigt nicht mehr ganz dieselbe Gewichtszunahme, wie eine in kürzerer Zeit bereitete, obwohl sie ein tadelfreies Präparat liefert.

Das Entsäuren der Schießfaser. — Die in der Säuremischung dargestellte Schießfaser, Schießbaumwolle oder Schießheede muß von der anhaftenden Säure vollkommen befreit, sie muß gänzlich entsäuert werden. Die sorgfältige Ausführung dieser Operation ist für die Güte des Präparates von der größten Wichtigkeit.

Digitized by Google

Die Schießbaumwolle oder Schießheede wird mittelst starker Glasstäbe schichtenweise aus der Säuremischung gehoben. War der Rohstoff in derselben nicht zu fest zusammengedrückt, so fließt ein Theil der Säuremischung aus den Schichten nach dem Herausheben ab, ein anderer Theil wird durch Capillarattraction und Adhäsion in der Baumwolle oder Heede zurückgehalten. Dieser letztere Theil läßt sich dadurch, daß man die Schießfaserschichten auspreßt, nicht ganz entfernen, er muß durch Auswaschen mittelst reinen Wassers fortgeschafft werden. Zum Auspressen der Schichten kann man sich zweier starker Glasplatten von weißem Glase bedienen, von denen die eine auf einer unter einem Winkel von etwa 10 — 15 Grad gegen den Horizont geneigten Unterlage von Holz, die andere auf einer mit einem Handgriffe versehenen Holzplatte so befestigt ist, daß die unteren Ränder der Glasplatten etwa um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ Zoll übergreifen. Noch zweckmäßiger bedient man sich dazu zweier Walzen von Glas, von etwa $2\frac{1}{2}$ — 3 Zoll Durchmesser, welche mit entgegengesetzter Bewegung auf horizontalen Aren laufen, nur müssen die Fassungen derselben entweder gegen die Benetzung durch die Säuren, oder gegen die Einwirkung derselben hinlänglich geschützt werden. Die Größe dieser Apparate ist nach der Größe der auszupressenden Baumwollschichten, oder umgekehrt die Größe dieser nach der Größe jener zu bestimmen. Die bei'm Auspressen abfließende Säure wird in einem Glas- oder Porcelangefäße mit möglichst enger Oeffnung aufgefangen und in die Säuremischung zurückgegossen. Letztere kann mit Vortheil, wenn sie nicht zu sehr geschwächt ist, ohne weiteren Zusatz, im entgegengesetzten Falle aber, nach einem Zusatze von etwa 10 Procent Salpetersäure, zur Umbildung neuer Mengen Rohfaser in Schießfaser benutzt werden. Die zum zweiten

Male bei'm Auspreſſen abfließende Säure wird geſammelt und kann zu verſchiedenen chemiſchen Zwecken verwandt werden.

Die ausgepreßten Schichten enthalten noch eine beſtimmte Menge Säuremiſchung. Um dieſe zum Theil noch wieder zu gewinnen, werden ſie in etwa dem 8- bis 10fachen ihres Gewichts Waſſers einige Minuten lang ausgeſpült*) und demnächſt mit Brunnenwaſſer vollkommen ausgewaſchen oder entſäuert. Jenes Ausſpülwaſſer kann entweder der nach der zweiten Benutzung bei'm Auspreſſen abfließenden Säuremiſchung zugegeben, oder zu gleichen Zwecken, wie jene, beſonders aufbewahrt werden.

Bei der Operation des Auswaſchens kann die Handarbeit faſt ganz wegfallen oder umgangen werden, wenn man das auszuwaſchende Präparat in hölzerne mit Ausflußröhren verſehene Behälter bringt und dieſe auf Stufen von verſchiedener Höhe ſo ſtellt, daß das zum Auswaſchen benutzte Waſſer von dem erſten Behälter in den zweiten, von dieſem in den dritten u. ſ. w. abfließen kann. Den erſten Behälter ſpeiſ't man mittelſt eines nicht zu ſchwachen Waſſerſtrahles, deſſen Größe man durch einen Ausflußhahn reguliren kann, aus einem Reſervoir, welches von Zeit zu Zeit, ſo oft es nöthig iſt, aus einem Brunnen gefüllt wird. Auf dieſe Weiſe können ſelbſt größere Quantitäten Schießfaſer bei hinlänglichem Waſſerzufluſſe, wenn nur das Präparat durch den von Unten in die Behälter eintretenden Strahl fortwährend in einer ſchwachen Bewegung erhalten wird, in 8 — 10 Stunden vollkommen entſäuert werden.

*) Eine größere Menge Waſſer anzuwenden, iſt durchaus nicht nothwendig; die angegebene Menge kann eher noch vermindert werden, wobei man den Vortheil hat, eine concentrirtere Säurelöſung wieder zu gewinnen.

Digitized by Google

Diese vollkommene Entsäuerung ist eingetreten, wenn einige Tropfen einer Auflösung von salpetersaurem Bleioxyd in dem aus dem Präparate ausgepreßten Waschwasser keinen Niederschlag hervorbringen, vorausgesetzt, daß diese Lösung auf das angewandte reine Brunnenwasser ohne Reaction bleibt. Eine Probe dieser Art ist zuverlässiger, als die mittelst eines Streifens Lackmuspapiers.

Bei Anwendung chemischer Entsäuerungsmittel kann man die vollkommene Entsäuerung freilich schneller beschaffen, sie erfordert aber mehr Handarbeit und verursacht Kosten und ist daher nicht zu empfehlen. Nur wenn es in einzelnen Fällen darum zu thun ist, in möglichst kurzer Zeit Schießbaumwolle oder Schießheede darzustellen, greife man zu diesem Mittel. In solchem Falle wäscht man die Schießfaser zunächst in reinem Wasser aus, später in Regenwasser, bis das Auswaschwasser den sauren Geschmack völlig verloren hat, drückt sie hierauf aus und legt sie auf 5 — 10 Minuten in eine schwache Auflösung von Aetzammoniak in Wasser (1 Loth Ammoniakspiritus oder Salmiakgeist von 0,9 spec. Gewicht auf 1 Anker Wasser). Aus der Ammoniaklösung bringt man sie endlich auf 5 — 10 Minuten in eine schwache Auflösung von salpetersaurem Bleioxyd (1 Loth salpetersaures Bleioxyd auf 1 Anker Wasser), drückt sie hierauf aus und wäscht sie demnächst vollständig aus. *) Daß man sich bei der Anwendung chemischer Entsäuerungsmittel, statt des Brunnenwassers, des Regenwassers bediene, ist in der Regel nothwendig, weil nur selten ein Brunnen-

*) Noch kürzer kann derselbe Zweck erreicht werden, wenn man die bis zur Geschmacklosigkeit entsäuerte Faser auf 10 Minuten in einer Auflösung von kohlensaurem Natron in Wasser (1½ Loth auf 1 Anker Wasser) legt, sie ausdrückt und mit reinem Wasser gut auswäscht.

Digitized by Google

wasser gefunden wird, welches von kohlensaurem Kalke und schwefelsauren Salzen ganz frei ist und mit Ammoniak oder salpetersaurem Bleioxyd nicht geringere oder größere Niederschläge hervorbringt.

Das Auflockern und Trocknen der Schießfaser. — Die entsäuerte Schießbaumwolle oder Schießheede ist von Wasser durchdrungen, welches auf mechanischem Wege nur zum Theil fortgeschafft werden kann, zum Theil aber durch Anwendung von Wärme entfernt werden muß. Von dem größeren Theile des Wassers kann man sie dadurch befreien, daß man sie mit den Händen oder mittelst einer Presse recht stark zusammendrückt. Bei diesem Verfahren ist aber der Uebelstand schwer zu vermeiden, daß die Schießfaser in einander gewirrt wird, sich zum Theil verfilzt und später bei'm Auflockern viel Arbeit macht. Weit zweckmäßiger ist es, jenes Wasser fortzuschaffen, indem man das Präparat einem starken Schwunge aussetzt. Zu dem Ende bringt man die entsäuerte Schießbaumwolle oder Heede in ein Korbnetz von starkem Messingdraht, welches durch eine Thür verschlossen werden kann und an einem Stiele von 1½ bis 2 Fuß Länge befestigt ist. Schwingt man diesen Korb, nachdem man die entsäuerte Schießfaser, wie sie aus dem Waschwasser kommt, hineingelegt hat, mit gehöriger Geschwindigkeit gegen die Erde hin und her, wobei man den Stiel an seinem äußersten Ende anfaßt, so wird das Wasser durch das Drahtnetz mit großer Geschwindigkeit durch die Schwungkraft fortgeschleudert und das Präparat auf eine durchaus genügende Weise entwässert, ohne daß es sich in einander wirrt oder verfilzt. Diese auf mechanischem Wege entwässerte Schießbaumwolle oder Heede läßt sich durch Auf- oder Auseinanderschütteln mit geringer Mühe auflockern und kann in diesem Zustande, ohne daß sie zuvor aus einander gezupft

Digitized by Google

werde, der weiteren Entwässerung durch die Wärme, der Trocknung, übergeben werden. Hat man größere Quantitäten zu behandeln, so kann man statt des Schwungkorbes ein Schwungrad, ein hohles Cylinderrad, anwenden, welches mittelst einer Kurbel um eine horizontale Axe gedreht wird, und dessen gekrümmte Fläche durch ein dem obigen ähnliches mit einer Einlegethür versehenes Drahtnetz bekleidet ist. Hat die Kurbel einen Radius von 5 bis 6 Zoll und das Rad einen Radius von 15 bis 20 Zoll, so kann man mittelst Drehung eine Geschwindigkeit hervorbringen, durch welche das durch Capillarattraction in dem Präparate im Innern des Rades festgehaltene Wasser mit großer Kraft aus demselben fortgeschleudert wird, und das Verfahren bietet dieselben Vortheile dar, wie das unter Anwendung des Schwungkorbes. Das Wasser, welches nach dieser Behandlung des Präparats in demselben zurückbleibt, haftet an demselben durch Adhäsion und muß entweder durch Verdunstung an trocknen, dem Luftwechsel oder einem starken Luftzuge ausgesetzten Orten, oder, was zweckmäßiger ist, durch Verdampfung unter Anwendung von Wärme entfernt werden. Zu dem Ende bringt man die Schießbaumwolle oder Schießheede, nachdem sie auf die angegebene Weise möglichst gut aufgelockert ist, in Trockenapparate oder Trocknenstuben. Die Temperatur dieser Räume darf man ohne Gefahr vor freiwilligen Explosionen bis auf 80 — 90°, wo es nöthig oder bequem ist, selbst bis zu 100° Celsius steigern, nur muß man in solchem Falle die Gewißheit haben, daß nach der Einrichtung jener Räume die Unterlagen und die Seitenwände, mit denen die Schießfaser in Berührung kommt, nicht bis zu einer noch höheren Temperatur erhitzt werden können. In Räumen, welche diese Gewißheit nicht geben, oder wo

man die Temperatur nicht durchaus in seiner Gewalt hat, trockne man die Schießfaser überhaupt gar nicht, denn die freiwilligen Explosionen derselben sind gefährlich und verderbenbringend, wie die des Schießpulvers und haben bereits ihre ersten Opfer gefordert. Uebrigens ist auch die Steigerung der Temperatur bei'm Trocknen keineswegs nöthig; ein bei 40 bis 50° getrocknetes Präparat hat dieselbe Explosionsfähigkeit, wie ein bei 100° getrocknetes, nachdem beide bis zur Temperatur der atmosphärischen Luft erkaltet sind, und beide scheinen den hygroskopischen Einflüssen in durchaus gleicher Weise unterworfen zu seyn.

Beurtheilung des Präparats. — Die Güte der Schießfaser läßt sich bis jetzt fast einzig und allein nach ihrem Verhalten bei'm Explodiren beurtheilen. Blitzt die zu einer kleinen Kugel zusammengerollte lufttrockene Schießbaumwolle oder Schießheede in dem Augenblicke, wo sie mit einem glühenden Spane an irgend einer Stelle berührt wird, mit großer Lebhaftigkeit und weißem glänzenden Lichte auf, ohne auf einer völlig weißen Unterlage von Papier oder Porcelan Spuren irgend eines Rückstandes zu hinterlassen, so ist das eine wie das andere Präparat gut und beide leisten, was man ihrer Natur nach von ihnen verlangen kann. Ob die Präparate diese Eigenschaft haben, oder nicht, läßt sich zum Theil auch nach ihrem äußeren Ansehen beurtheilen. Die Schießbaumwolle ist um so vortrefflicher, je mehr sie in ihrem Ansehen der rohen Baumwolle gleicht, die Schießheede dagegen um so besser, je weicher und weißer sie erscheint und je weniger sie nach dem Kratzen von gekratzter Schießbaumwolle zu unterscheiden ist. Alle übrigen Proben, daß z. B. die Schießfaser auf der Hand, ohne Schmerz zu verursachen, auf Schießpulver gelegt,

Digitized by Google

ohne dieses zu entzünden, abbrenne, daß sie bei starken Schlägen zwischen Amboß und Hammer explodire u. s. w., geben für die Beurtheilung ihrer Güte gar keinen Maßstab. — Eine gründliche wissenschaftliche Beurtheilung ihrer Güte setzt sehr sorgfältige Untersuchungen über ihre Explosionskraft voraus. Solche Untersuchungen erfordern entweder, wie bei der Pulverprobe, die Anwendung besonderer Apparate, oder sie können nur in weitläuftigen vergleichenden Versuchsreihen im Schießen mit Pulver und mit der zu untersuchenden Schießfaser ausgeführt werden.

Eine Schießfaser, welche bei'm Explodiren Asche oder Kohle, oder einen gelben Flecken auf der Unterlage zurückläßt, ist für die Anwendung im Schießgewehre aus mehreren Gründen gänzlich zu verwerfen. Solche Präparate erhält man jedes Mal, wenn entweder die Säuremischung auf die Rohfaser nicht gehörig eingewirkt hat, oder wenn in der Ausführung der oben besprochenen Operationen ein Fehler gemacht worden ist. Durch eine zweite, sorgfältigere Behandlung können Präparate dieser Art allerdings an Explosionsfähigkeit gewinnen, so daß sie auch für die Anwendung im Schießgewehre brauchbar werden, sie kommen aber denen von ausgezeichneter Güte doch niemals ganz gleich. Daß man bei einer solchen zweiten Behandlung den Werth der Rohfaser mithin nicht einmal ganz wieder gewinnt, bedarf keines Beweises und giebt eben einen Grund mehr ab, dem ganzen Verfahren bei der Bereitung der Schießfaser in allen seinen einzelnen Theilen die möglichste Sorgfalt zu widmen.

Die Aufbewahrung der Schießfaser und ihre Beständigkeit. — Die Schießbaumwolle und Schießheede sind, wie die rohe Baumwolle und Heede, Substanzen, welche Wasserdampf aus der

atmosphärischen Luft anziehen und an ihrer Oberfläche verdichten; sie wirken hygroskopisch. Bei beiden scheint dieses freilich in geringerem Grade der Fall zu seyn, als bei den Rohstoffen, beide nehmen aber doch leicht 5 und mehrere Procente Wasserdampf aus der atmosphärischen Luft auf. Dieses hygroskopische Verhalten theilt die Schießbaumwolle und Heede, sowie die Schießfaser überhaupt, mit dem Schießpulver. Es ist daher nothwendig, oder wenigstens sehr empfehlenswerth, sie, wie dieses, an möglichst trocken belegenen Orten aufzubewahren, obwohl man dabei keine so sehr in's Aengstliche gehende Sorgfalt anzuwenden braucht, wie bei dem Schießpulver, weil die Schießfaser, selbst wenn sie einmal durchnäßt werden sollte, nicht verloren geht oder verdirbt, sondern nur von Neuem der Trocknung unterworfen zu werden braucht, damit sie ihre frühere Güte wiedererlange.

Es kann nicht in Abrede gestellt werden, daß die Schießfaser durch das hygroskopisch gebundene Wasser an Explosionsfähigkeit verliert; sehr voreilig aber würde es seyn, wenn man daraus auf ihre Unbrauchbarkeit für die Zwecke des practischen Lebens würde schließen wollen. Eine gute Schießbaumwolle wird durch ihre hygroskopische Eigenschaft unter den gewöhnlichen atmosphärischen Verhältnissen für die Anwendung im Schießgewehre niemals unbrauchbar, selbst dann nicht, wenn sie während einer ganzen Nacht bei feuchtem Wetter, gegen die unmittelbare Einwirkung des Regens oder Thaues gesichert, im Freien steht, oder wenn sie Tage lang der Einwirkung einer Wasserdampfatmosphäre ausgesetzt wird.

Nach Allem, was bis jetzt bekannt ist, bietet die Aufbewahrung der Schießbaumwolle keine besondern Schwierigkeiten dar. Die Schießfaser ist

Digitized by Google

eine chemische Verbindung von außerordentlich großer Beständigkeit, und als solche widersteht sie mit großer Kraft nicht blos den Einflüssen der atmosphärischen Luft, sondern auch denen der meisten Säuren, wie z. B. der Essigsäure, der Salzsäure, des Königswassers u. s. w. Selbst dann noch, wenn sie Tage lang bei der Temperatur der Luft in diesen Säuren gelegen, explodirt sie, nachdem sie wieder ausgewaschen und getrocknet worden, mit einer dem Anscheine nach gänzlich unveränderten Lebhaftigkeit.

Unter gleichen Umständen wirkt auch Alkohol, Schwefeläther und Ammoniak auf die Explosionsfähigkeit der Schießfaser nicht ein, und fast eben so wenig ist dieses mit reinem Steinkohlentheeröl, Terpenthinöl und andern flüchtigen Oelen der Fall. Wird die Schießbaumwolle, nachdem sie von diesen Oelen 24 Stunden bedeckt gewesen, von den anhaftenden Flüssigkeiten nur mit Sorgfalt wieder gereinigt und bei einer etwas erhöhten Temperatur getrocknet, so explodirt sie, sobald sie mit einer glimmenden Kohle berührt wird, fortwährend mit großer Lebhaftigkeit, ohne nennenswerthe Spuren eines Rückstandes zurückzulassen.

Es hat für die Praxis vorläufig noch wenig Werth, das Verhalten der Schießfaser gegen andere Stoffe noch weiter zu besprechen. Daß es Stoffe giebt, welche ihrer Explosionsfähigkeit, weil sie mechanisch auf die Faser einwirken, indem sie dieselbe mit einem den Fortschritt der Entzündung hemmenden Ueberzuge versehen, Eintrag thun, kann eben so wenig befremden, als daß sie auf chemischem Wege durch concentrirte engl. Schwefelsäure, sowie durch eine concentrirte Auflösung von Aetzkali oder Kalihydrat in Wasser aufgelöst und zerstört wird. Vielleicht ist es möglich, durch Stoffe der ersten Art die Schießfaser in einen Zustand zu versetzen, in

Digitized by Google

welchem sie für besondere practische Zwecke brauchbar wird. Was aber bis jetzt von einer Anwendung der Schießfaser als Lampen- oder Lichtdocht, der bei'm Verbrennen keinen Ruß absetze, gesagt ist, entbehrt aller soliden Grundlage. Die Schießfaser ist in ihrem unveränderten Zustande zu dem besagten Zwecke durchaus unbrauchbar, ihre Fäden explodiren bei'm Anzünden bis an die geschmolzenen Fett- oder Oelschichten und lösen sich in dem stark erhitzten Fette oder Oele auf, indem sie Kohle ausscheiden. Sie verhält sich dabei eben so, als wenn sie in Rüböl bis zu der Temperatur, bei welcher sie sich entzündet und zersetzt, erhitzt wird.

Die Leistung und Anwendung der Schießfaser als Explosionsmittel im Schießgewehre. — Nachdem die Otto'sche Methode, Schießbaumwolle darzustellen, bekannt und durch die Anwendung der Salpeter-Schwefelsäure-Mischung auf eine höchst ausgezeichnete Weise in wenigen Tagen ausgebildet worden war, lag zunächst die Frage zu beantworten, wie sich die Explosionskraft derselben zu der des Schießpulvers verhalte. Dieses Verhältniß wurde an verschiedenen Orten durch vergleichende Versuchsreihen im Schießen mit Schießpulver und Schießbaumwolle untersucht. Dasselbe geschah u. a. bereits Mitte Octobers 1846 in Oldenburg von Herrn Oberlehrer Osterbind unter Mitwirkung sachkundiger Personen unter Anwendung von Schießbaumwolle, welche in dem Laboratorium der höheren Bürgerschule bereitet war, zunächst im Schießen mit Pistolen und später mit der Kugelbüchse und Jagdflinte. Die Versuchsreihen im Schießen mit Pistolen wurden bis zur Erlangung eines sicher erscheinenden Resultats durchgeführt und ergaben, daß die Wirkung von 4 Gran ($\frac{1}{15}$ Quentchen) guten Büchsenpulvers zwischen der

Wirkung von $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{2}$ Gran (resp. $\frac{1}{90}$ und $\frac{1}{120}$ Quentchen) Schießbaumwolle liege und zwar näher an $\frac{1}{2}$, als an $\frac{2}{3}$ Gran. Das Verhältniß von 1 : 7 bis 8 oder annäherungsweise von 1 : 8 wurde darnach als das Ergebniß jener Untersuchungen angenommen. Die Schußweite betrug fortwährend 22 Schritte oder 55 Fuß, die Kugeln hatten ein Gewicht von 1 Loth und wurden mit einem möglichst wenig befetteten Pflaster unmittelbar auf die Schießbaumwolle verladen.

Die Versuchsreihen im Schießen mit der Kugelbüchse und Jagdflinte wurden durch ungünstige Umstände unterbrochen. Aus einer Versuchsreihe von 30 Schüssen aus der Kugelbüchse auf eine Entfernung theils von 100, theils von 130 Schritten scheint sich zu ergeben, daß jenes Verhältniß durch Zahlenverhältniß 1 : 4 bis 5 ausgedrückt werden kann, während aus einer Versuchsreihe von 20 Schüssen aus der Jagdflinte sich dieses Verhältniß noch um etwas günstiger stellt *).

Die Versuche von Séguier und Clerget gaben folgende Resultate:

Als Maßstab wurde die gewöhnliche Ladung eines Jagdgewehres angenommen; Distance: 15 Meter; Ladung: 30 Centigrammen Pulver; Ziel: eine gußeiserne Platte; Wirkung: Abplattung der Kugel bis zur Hälfte ihres früheren Durchmessers.

Erste vergleichende Probe: Ladung: 30 Centigrm. Schießbaumwolle in die Pulverkammer hineingepreßt; Wirkung: Zersplitterung der Kugel in kleine Bleisplitterchen.

*) Aehnliche, nur noch etwas günstigere Resultate wurden auch in Braunschweig im Schießen mit der Muskete gewonnen.

Zweiter Versuch: Ladung: 15 Centigrm. Schießbaumwolle; Wirkung: Abplattung der Kugel bis auf ein Viertel des früheren Durchmessers.

Dritter Versuch: Ladung: 5 Centigrm.; Wirkung durchaus dieselbe, wie bei dem zum Maßstabe dienenden Schusse.

Die wahrhaft merkwürdige Constanz dieser unter den verschiedensten Bedingungen sehr oft wiederholten Versuche läßt keinen Zweifel hinsichtlich der genügenden Genauigkeit übrig. Das zu diesen Versuchen gebrauchte Gewehr hatte eine bewegliche Schwanzschraube, und es war somit sehr leicht, die Versuche immer unter denselben Umständen vorzunehmen, so daß die practisch erreichten Resultate alles Zutrauen verdienen.

Diese Untersuchungen scheinen zugleich zu erweisen, daß die Schießbaumwolle in geringeren Mengen vergleichungsweise verhältnißmäßig größere Wirkungen hervorbringt, als das Schießpulver, als bei Anwendung größerer Mengen, doch darf man dabei nicht unberücksichtigt lassen, daß auch der Bau oder die Einrichtung des größeren und des kleineren Schießgewehres der Verladung des einen oder des anderen Explosionsmittels Vortheile darbieten kann, durch welche auch die Wirkungen des einen oder des anderen gesteigert werden können.

Wenn alle übrigen Verhältnisse bei der Schießbaumwolle sich eben so günstig stellten, wie das der Explosionskraft derselben zu der des Schießpulvers, so würde man bei den mancherlei andern Vortheilen, welche die Anwendung der Schießbaumwolle darbietet, mit Sicherheit annehmen können, daß der Gebrauch der Schießbaumwolle den des Schießpulvers mit der Zeit gänzlich verdrängen werde. Ehe man dieser Erwartung sich aber hingeben darf, müssen noch manche Fragen, unter denen besonders die,

Digitized by Google

wie der Preis der Schießbaumwolle bei der Fabrication im Großen sich stellen werde, wie die Explosion dieser Schießfaser auf das Geschütz selbst und wie ihre Zersetzungsproducte auf das Metall des Geschützes wirken werden, die wichtigsten sind, vollständiger, als bis jetzt beantwortet werden.

Die Schießfaser wird in der Praxis das Schießpulver bei'm Schießen aus dem Schießgewehre und dem Geschütze, so wie bei'm Sprengen u. s. w. nur dann allmälig verdrängen, wenn sie sich neben ihren vielfachen Vorzügen vor dem Schießpulver zugleich durch eine verhältnißmäßig größere Wohlfeilheit vor demselben auszeichnet. Das ist gegenwärtig noch keineswegs oder doch nur in sehr beschränktem Umfange der Fall. Die Anwendung der rothen rauchenden Salpetersäure in der Säuremischung macht die Herstellung der Schießfaser sehr kostspielig. Dieses ist bei der Anwendung der Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht freilich weit weniger der Fall, aber man erhält dabei ein Präparat, welches, wie schon oben angegeben wurde, dem unter Anwendung der rauchenden Salpetersäure von 1,42 spec. Gewicht in der Säuremischung dargestellten an Explosionsfähigkeit, oder überhaupt an Güte, nicht ganz gleich kommt. Die Rücksicht auf diese beiden Puncte, auf den Preis und die Güte des Präparats, führten daher Herrn Osterbind zu der Prüfung einer Säuremischung aus:

1 Maßtheil rauchender Salpetersäure von 1,42 spec. Gewicht;

1 Maßtheil starker Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht und

4 Maßtheilen concentrirter engl. Schwefelsäure von 1,85 spec. Gewicht.

Die Säuremischung wurde stets mit dem besten Erfolge angewandt; sie liefert ein tadelfreies, um

mehr als 20 Procent wohlfeileres Präparat, als das unter alleiniger Anwendung der rauchenden Salpetersäure in der Säuremischung dargestellte und ist deshalb sehr zu empfehlen.

Wendet man dabei, so wie überhaupt bei Herstellung der früher besprochenen Säuremischungen, rauchende Salpetersäure von größerem spec. Gewicht als 1,42 oder starke Salpetersäure von größerem spec. Gewicht als 1,33 an, so darf man in Bezug auf die eine, wie auf die andere Säure das Verhältniß im Zusatze der concentrirten engl. Schwefelsäure durchaus so beibehalten, wie es oben für die rauchende Salpetersäure von 1,42 und für das doppelte Scheidewasser von 1,33 spec. Gewicht angegeben ist. Die verhältnißmäßig größere Menge Schwefelsäure, welche dadurch in die Säuremischung gebracht wird, liegt innerhalb der Grenze, an der die Güte des Präparats durch vermehrten Zusatz von Schwefelsäure beeinträchtigt wird.

Die Gewichtszunahme der unter Anwendung der zusammengesetzteren Säuremischung dargestellten Schießbaumwolle beträgt circa 67 Procent. —

Unterscheidungs-Merkmale. — Unter einem Mikroskope, welches so eingerichtet ist, daß ein Kalkspath-Prisma unter dem Objecttische, ein anderes vor dem Ocular angebracht ist, läßt sich die Schießbaumwolle von der rohen sehr gut unterscheiden; wenn man letztere in trocknem Zustande betrachtet, so erscheinen alle Fäden bei dunkelstem Lichte hell, mit den schönsten Farbenspielen, während jene sehr wenig hell werden und keine oder nur sehr schwache Farben zeigen.

Auch auf chemischem Wege läßt sie sich unterscheiden, wenn man beide mit Jod, in Jodkalium und Wasser gelöst, befeuchtet und nach einiger Zeit verdünnte Schwefelsäure (1 Th. Säure auf 4 Th.

Digitized by Google

Wasser) hinzufügt; die rohe Baumwolle wird blau, die Schießbaumwolle gelb. Doch bemerkt man auch bei dem besten Präparate immer einige, wenn auch nur wenige, blaugewordene Fäden; diese scheinen der Einwirkung der Säuren entgangen zu seyn. —

Explosives Papier. — Das explosive Papier wird am Besten aus dem im Handel unter dem Namen Papier-ministre vorkommenden Papier dargestellt. Nach Pélouze eignet sich das Formpapier am Besten dazu. Man taucht es 20 Minuten lang in concentrirte Salpetersäure, wäscht es mit vielem Wasser aus und trocknet es bei gelinder Wärme. Nach Pélouze hatte 1 Decigrm. in ein Pistol geladen, eine Kugel daraufgestoßen, eine solche Wirkung, daß die letztere auf eine Entfernung von 25 Metern durch ein 2 Centimet. starkes Bret schlug und gegen die Schießmauer flog, wo sie stark platt gedrückt wurde. Der Rückstand eines guten explosiven Papiers ist fast gleich Null in freier Luft; kaum bemerkbar im Rohr, wenn bei'm Laden etwas Luft darin blieb. Der Rückstand röthet das Lackmuspapier nicht; nur wenn das Papier schlecht dargestellt war, entwickeln sich salpetrige Dämpfe, welche den Lauf angreifen. Vorzugsweise kräftig soll es wirken, wenn es sorgfältig getrocknet war. In längeren Gewehrläufen wird die Wirkung gesteigert, doch mehrte sich der Rückstand so, daß man nicht drei Schüsse hinter einander thun konnte, ohne das Gewehr zu reinigen.

Dies Papier eignet sich sehr zu pyrotechnischen Anwendungen. Wenn man es nämlich mit Lösungen von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem Kupferoxyd, salpetersaurem Baryt ꝛc. tränkt, so giebt es bei'm Verbrennen sehr schöne rothe, grüne, weiße ꝛc. Flammen. Die Salzsolutionen dienen zugleich dazu, die Verbrennung zu verlangsamen und den Effect zu vermehren.

Fabrication der Zündhütchen. — Pélouze glaubt, die gefahrvolle und der Gesundheit so nachtheilige Fabrication der Zündhütchen verdrängen zu können. Wenn man explosives Papier oder Schießbaumwolle in ein Kupferhütchen bringt und den Hahn des Gewehres darauf schlagen läßt, so explodirt es zwar ganz oder zum Theil, das Pulver im Gewehr wird aber nicht entzündet. Die Detonation wird aber vollständig und wirkt ebenso, wie bei Füllung mit Knallquecksilber, wenn man, anstatt des Papiers und der Baumwolle, Gewebe von Baumwolle, Hanf oder Leinen anwendet. — Etwas gewöhnliches Pulver, oder Kohle, oder Schwefel, mit der Schießbaumwolle vermischt, geben ebenfalls eine sehr gute Zündmasse. Auch mit einer Lösung von chlorsaurem Kali getränkte Schießbaumwolle eignet sich, nach Pélouze, trefflich dazu.

Färbung der Schießbaumwolle. — Die Gefahr, welche bei der Verbreitung der Schießbaumwolle durch eine mögliche Verwechselung mit gewöhnlicher Baumwolle drohte, hat viele Vorschläge hervorgerufen, erstere kenntlich zu machen, ohne erst zu einer chemischen oder gar mikroskopischen Untersuchung schreiten zu müssen. In England wurde die Schießbaumwolle mit einer bestimmten Färbung in den Handel gebracht. In mehreren deutschen Staaten ist die Färbung der für den Handel bestimmten Schießbaumwolle bereits gesetzlich vorgeschrieben. Auch in Frankreich fand der Vorschlag, die explosive Baumwolle nur gefärbt in den Handel zu bringen, vielfachen Beifall, und Gaudin glaubt, um durch die Färbung zugleich die Wirksamkeit zu erhöhen, zur Erreichung dieses Zweckes am Besten zu thun, die Baumwolle vor ihrer Anwendung schwach zu rösten, so daß sie hellbräunlich wird; dadurch verliert sie etwas Wasserstoff und Sauerstoff

Digitized by Google

und wird lebhafter brennend, mit violetter Flamme*) — Am Besten möchte es wohl seyn, wie kürzlich vorgeschlagen ist, die Schießbaumwolle mit einer Abkochung von Sandelholz zu färben und sie dann zur Erhöhung der Farbe in eine schwache Alaun-Lösung zu tauchen. Scharfes Trocknen ist dann natürlich nöthig.

---

*) Erdmann's und Marchand's Journ. für pract. Chemie, Bd. XL, S. 199.

Digitized by Google

Bei'm Verleger dieses sind erschienen:

Der vollständige

Feuerzeugpraktikant

oder umfassende Beschreibung aller bekannten Feuer-Erzeugungsapparate, so wie auch der Gewinnung, Darstellung und Fabrication der dazu erforderlichen Zündstoffe und anderer Requisiten, namentlich: des einfachen Feuerzeugs (aus Stahl, Stein u. Schwamm ꝛc. bestehend), des Flintenschloß-, des rotirenden, des pneumatischen, des chemischen, oder Chlor-Schwefelsäure-, des Phosphor-, des Frictions- (der Congreve'schen Reibzünder, der von Romer'schen Streichzünder, des Reibzündschwammes), des electropneumatischen und des Döbereiner'schen Platinfeuerzeugs mit den Modificationen desselben von Dr. Fyfe, Prechtl, Eisenlohr u. A., des Homberg'schen Pyrophors und des als Feuerzeug benutzten Calorimotors und Deflagrators des Professor Hare; ferner der Bereitung aller Arten des Feuerschwammes, der Lunten, des Zunders, der Fabrication der einfachen und der mit chlorsaurem Kali überzogenen Zündhölzchen, der Flintensteine, des Salpeters, der Schwefelsäure, der Platinschwämme, des chlorsauern Kali's und des Phosphors, des Ausbringens des Schwefels und der Darstellung der Schwefelblume.

Nebst

kurzer Anleitung,

ungangbar gewordene Platina-Feuerzeuge leicht selbst wieder in den Stand zu setzen und darin zu erhalten.

Von

Dr. Chr. Heinr. Schmidt.

(Nebst 11 lithogr. Tafeln. Preis: ⅔ Rthl. oder 54 kr.)

Digitized by Google

Das Beiblatt 11 zum Archiv für Natur, Kunst ꝛc. von 1839 sagt: „Der Gegenstand dieses Werks steht mit dem täglichen Bedürfniß in so genauer Berührung, daß ihm mit Recht ein Band des Schauplatzes gewidmet worden ist. Der Verfasser vereinigt alles hierher Bezügliche mit Benutzung der neuesten polytechnischen chemischen Erfahrungen und giebt deutliche und bestimmte Anleitung zur Verfertigung aller nur möglichen Feuerzeuge, wobei er durch sehr instructive Abbildungen, deren das Werk nicht weniger als 50 enthält, der Demonstration sehr zu Hülfe kommt. Die Menge der beschriebenen Feuerzeugsapparate ist außerordentlich, und mehrere davon erregen die Bewunderung jedes denkenden Mannes.“ — Die polytechn. Zeitung 1839, Nr. 52, sagt: „So viel wir wissen, ist dieses Buch das einzige und vollständige über diesen Stoff. Die Angaben sind kurz, aber genau, haben also wirklichen Werth.“

Die Lustfeuerwerkerei für Feuerwerker und Dilettanten,

oder Anleitung wie man mit wenig Kosten alle Arten von Kunst- und Lustfeuern zur Verschönerung häuslicher Feste zubereiten kann.

Von

F. C. A. Büttner und F. M. Chertier.

Mit 11 lithogr. Tafeln. Sechste verbesserte Auflage. Zwei Bändchen. 8. broch. Preis: 3 Rthl. oder 5 fl. 30 kr.

Empfohlen in der polytechn. Ztg. 1837, Nr. 15. Die Zeitschrift für Pyrotechniker I. 2, sagt: „Es bietet hauptsächlich Feuerwerkern von Fach die Ergebnisse vielfacher kostspieliger Experimente eines französischen Kunstgenossen, behufs der höchstmöglichen Leistungen zur Verherrlichung öffentlicher Feste und besonders zur Hervorbringung von Theatereffecten

Digitized by Google

u. s. w. Das Werk ist durchaus practisch und hat sich, wie die bisher erschienenen sechs Auflagen thatsächlich beweisen, eines außerordentlichen Beifalls zu erfreuen gehabt."

Der Verleger glaubte seinen Dank für den schnellen Absatz der vorhergehenden fünf starken Auflagen nicht besser ausdrücken zu können, als daß er der sechsten die mögliche höchste Vollkommenheit verschaffte. Zu diesem Behufe hat auf seine Veranlassung ein, in der Feuerwerkerei sehr geschickter königl. preuß. Artillerieofficier die Verbesserung des 1. Theils besorgt, während durch die Bearbeitung des ganz neuen Werkes von Chertier auch für die höhere Ausbildung dieser Kunst, namentlich durch Angabe von Feuern in den prachtvollsten Farben, gesorgt worden ist, ohne welche bei den gemachten Kunstfortschritten jetzt kaum noch ein Feuerwerk Interesse erregt. Besonders findet man darin auch ganz vorzügliche Vorschriften zur Hervorbringung von Theatereffecten.

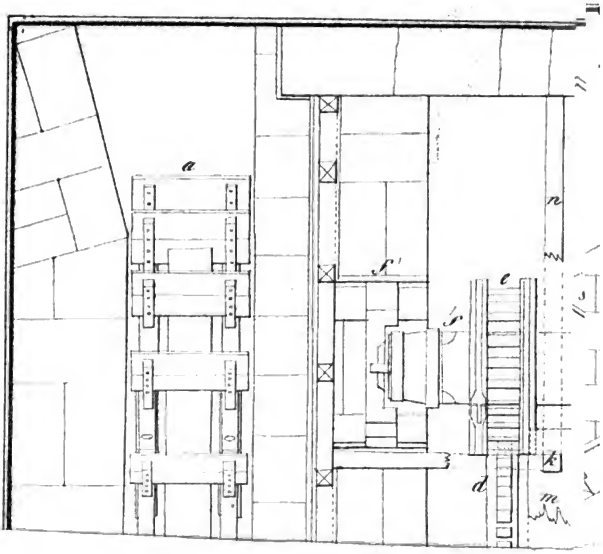
Zeitschrift

für

Pyrotechniker aller Art,

als Feuerwerker, Pulvermüller, Ingenieure, Salpeter- und Schwefelarbeiter, Verfertiger neuester Feuerzeuge und der Zündhütchen. Herausgegeben von A. Schultz, Civil-Ingenieur und Chemiker in Prag. (In zwanglosen Heften.) Bd. I. Heft 1s 10 Sgr. 2s 17½ Sgr. 3s 8¼ Sgr. 4s 11¼ Sgr. (Wird fortgesetzt.)

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

B'D APR 17 1915

Digitized by Google

Digitized by Google